# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
**ERICH v. HOLST**

HERAUSGEGEBEN VON
**ERNST LAMLA**



BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE † · A. BUTENANDT · C. W. CORRENS
H. J. DEUTICKE · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN
H. MARTIUS · R. W. POHL · G.-M. SCHWAB · R. THAUER · W. WEIDEL



ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

**48. JAHRGANG** **HEFT 18** (ZWEITES SEPTEMBERHEFT) **1961**


## INHALT

### AUFSÄTZE


Seite

Über die „Mißweisung" bei den richtungsweisenden Tänzen der Bienen. Von K. v. Frisch und M. Lindauer . . . . . 585


### KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN


*Physik*

F-absorption due to high pressure. Von A. Choudhury . . . 594

Mikrorisse in Stählen als Folge der mechanischen Zwillingsbildung. Von K. Wellinger und H.-J. Wittwer . . . . 594

Ein Doppeleinbettungsverfahren zur elektronenmikroskopischen Untersuchung von Textilfasern. Von M. Tschöpel . 595

*Kristallographie und Mineralogie*

Einige Daten über 3 $K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3$. Von H. Saalfeld und H. Scholze . . . . . 596

Zur Kristallchemie von Schwefel, insbesondere $S_\gamma$. Von H. Strunz und E. Herda . . . . . 596

Zur Kristallchemie des Uran-Minerals Davidit. Von B. Contag und H. Strunz . . . . . 597

$^{12}C$- und $^{13}C$-Isotope in Metamorphiten. Von P. Paulitsch und P. Hahn-Weinheimer . . . . . 597

*Physikalische Chemie*

Die Konzentrationsabhängigkeit des Sedimentationskoeffizienten. Von M. Gehatia . . . . . 598

Hydrid-Anionenaustauscher. Von B. Sansoni und O. Sigmund 598

*Chemie*

Einwirkungen von Metallionen auf Säure-amide und -imide und die der Desaminierung zugrunde liegenden Reaktionsmechanismen unter Mitberücksichtigung von Ringöffnungs- und Ringschluß-Reaktionen. Von E. Bamann, H. Münstermann und H. Trapmann . . . . . 599

Über Reaktionen von Diarylacetaldehyden mit Säureamiden. Von F. Eiden und B. S. Nagar . . . . . 599

Chemiluminescence of Non-cyclic Hydrazides (Relationships between Structure of Hydrazides and Chemiluminescent Power). Von H. Ojima . . . . . 600

Zur Bildung von Brookit. Von H. Knoll . . . . . 601

Darstellung von Gallium-tri-n-propyl. Von H. Hartmann und H. Lutsche . . . . . 601

Die Struktur des n-Propylalkohols. Von N. E. A. Aziz und F. Rogowski . . . . . 601

Seite

Photochemical Oxidative Degradation of Phenols Using Vanadium (V) as Oxidant. Von K. S. Panwar und J. N. Gaur . 602

*Biochemie*

Über die Freisetzung von 5-Hydroxytryptamin (Serotonin) aus Geweben durch Nikotin. Von H. Schievelbein, E. Werle und W. Jacoby . . . . . 602

Clivimin und Clivatin, zwei neue Alkaloide aus *Clivia miniata*. Von H.-G. Boit und B. Mehlis . . . . . 603

*Physiologie*

Substratverbrennung in Kaninchen-Reticulozyten unter Einfluß von 2,4-DNP. Von S. Rapoport und L. Ababei . . . 603

*Botanik und Zoologie*

Verteilung von $\bar{C}^{14}$ nach Photosynthese in $C^{14}O_2$ von Anacystis nidulans. Von O. Kandler . . . . . 604

Über die Bedeutung des Auxins für die epinastische Bewegung plagiotroper Seitensprosse. Von H. Leike und H. v. Guttenberg . . . . . 604

Die spektrale Augenempfindlichkeit der Mutante „chalky" von Calliphora erythrocephala. Von Chr. Hoffmann und H. Langer . . . . . 605

Tanzverhalten der Honigbiene bei Wechsel zwischen freiem Ausflug und Auslöseversuchen im geschlossenen Stock. Von W. Wittekindt . . . . . 605

*Mikrobiologie*

Die Erythromycinwirkung auf die Flagellaten Euglena gracilis Klebs. Von L. Ebringer . . . . . 606


### BESPRECHUNGEN


F. Trendelenburg, Einführung in die Akustik. (Ref.: E. Meyer) . . . . . 607

M. v. Laue, Röntgenstrahl-Interferenzen. (Ref.: E. Lamla) . 607

Crystal Structures. Suppl. V. (Ref.: J. Zemann) . . . . . 607

Ia. B. Zeldovich und A. S. Kompaneets, Theory of Detonation. (Ref.: H. G. Wagner) . . . . . 607

W. Zimmermann, Die Phylogenie der Pflanzen. (Ref.: F. Firbas) . . . . . 607

E. Thenius und H. Hofer, Stammesgeschichte der Säugetiere. (Ref.: B. Rensch) . . . . . 608

Handbuch der Histologie. Bd. VII: Enzyme. 1. Teil. (Ref.: R. Bachmann). . . . . 608

## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Euchen*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Für Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 12.— DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet. Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag geht das Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder einschließlich des Rechts der photomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung an den Verlag über. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0.30 pro Seite zu verwenden. *Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.*

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3, Fernsprecher 830301, Fernschreibnummer 01-83319) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

**Springer-Verlag**
Berlin · Göttingen · Heidelberg


Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

## Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen engbegrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterungen des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Fotografische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildung von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

## Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Besprechungsexemplaren abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die gegebenenfalls dann ein Exemplar anfordern wird. Für die Rückgabe unverlangter Besprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.


Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrgang 1960

Erste Abhandlung

**Über verschiedene Differentenbegriffe**

Von Robert Berger
aus dem Mathematischen Institut der Universität Heidelberg

Mit 1 Textabbildung. 44 Seiten Gr.-8°. 1960. DM 8,40

**SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG**

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

48. Jahrgang | Heft 18 (Zweites Septemberheft) | 1961

# Über die „Mißweisung" bei den richtungsweisenden Tänzen der Bienen

Von K. v. Frisch und M. Lindauer, München

Der Schwänzeltanz der Bienen weist durch den geradlinigen Schwänzellauf den Stockgenossen die Richtung zu einem Ziel. Wenn der Tanz bei freier Himmelssicht auf horizontaler Fläche stattfindet, stellt sich die Tänzerin beim Schwänzellauf im gleichen Winkel zur Sonne ein wie zuvor bei ihrem Flug zum Ziel und zeigt so den Nachläuferinnen unmittelbar, welche Richtung mit Bezug auf die Sonne einzuschlagen ist. In der Regel wird aber im finsteren Bienenstock auf der vertikalen Wabenfläche getanzt und der Sonnenwinkel[1]) auf das Gebiet des Schweresinnes transponiert, wobei die Richtung zur Sonne durch einen Schwänzellauf nach oben ausgedrückt wird und jede Zielrichtung, die um 1° bis 180° nach rechts oder nach links vom Sonnenstand abweicht, durch einen Tanz unter entsprechendem Winkel nach rechts oder nach links von der Richtung nach oben [*4a*].

Diesen Übersetzungsschlüssel verraten uns die Tänzerinnen anschaulich dadurch, daß sie bei feststehendem Ziel die im Sinne des Uhrzeigers fortschreitende Änderung des Sonnenstandes mit einer Änderung der Tanzrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn quittieren. Das Prinzip ist also klar. Doch brachten die ersten Beobachtungsjahre in der Größe der angezeigten Winkel erhebliche Unstimmigkeiten. Der Tanzwinkel, bezogen auf die Richtung der Schwerkraft, konnte manchmal bis zu Beträgen von 30 bis 40° (und ausnahmsweise noch mehr) vom tatsächlichen Sonnenwinkel abweichen. Als sich herausstellte, daß Bienen die Schwingungsrichtung des polarisierten blauen Himmelslichtes wahrnehmen und danach den Sonnenstand erkennen, wurden diese starken Mißweisungen verständlich. Denn bei den Versuchen war der hölzerne Schutzdeckel des Beobachtungskastens entfernt und hiermit in vielen Fällen für die Insassen des Stockes die Sicht nach blauem Himmel freigegeben. So konnte sich eine Tänzerin auf der vertikalen Wabe nicht nur nach der Schwerkraft, sondern auch direkt nach der Sonne einstellen. Beide Möglichkeiten traten miteinander in Konkurrenz. Eine nachträgliche Überprüfung aller Beobachtungen hat damals ergeben, daß die Tanzrichtungen tatsächlich einen Kompromiß zwischen den beiden Richtungen darstellen, welche die Bienen beim Transponieren auf die Richtung der Schwerkraft bzw. bei unmittelbarer Einstellung nach dem Sonnenstand[2]) hätten einhalten müssen ([*4b*] S. 19 und 43, [*4c*] S. 144).

In einem (bisher nicht veröffentlichten) Experiment am 27. 9. 49 haben wir bei Brunnwinkl in einem Fächerversuch geprüft, ob sich die alarmierten Neulinge durch solche „Mißweisung" irreleiten lassen. Das war nicht der Fall. Die meisten alarmierten Bienen suchten in der Richtung des genau nördlich gelegenen Futterplatzes, während die Tänzerinnen in den $1^1/_2$ Beobachtungsstunden durchschnittlich die Richtung 27° westlich von Nord wiesen. Offenbar unterliegen die Nachläuferinnen denselben Einflüssen wie die Tänzerinnen und kompensieren daher die Mißweisung bei der Rückübersetzung.

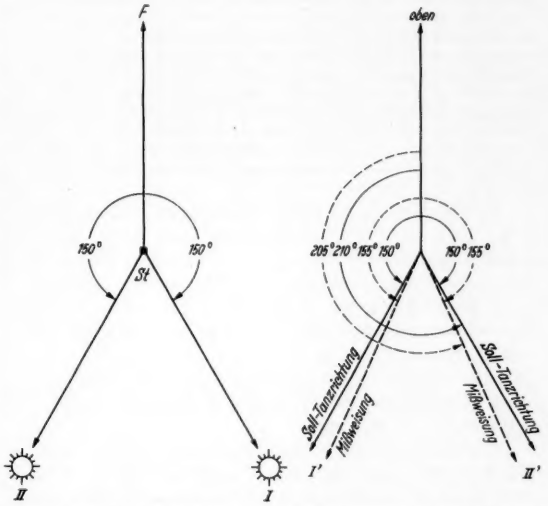



Fig. 1. Schema zur Erläuterung der Winkelmessung. In der Figur links bedeutet *St* die Lage des Beobachtungsstockes, *F* einen im Norden gelegenen Futterplatz, *I* und *II* einen vormittägigen und nachmittägigen Sonnenstand. Die Figur rechts zeigt die entsprechenden Richtungsweisungen und, gestrichelt eingetragen, eine Mißweisung von je 5°. Wir zählen die Tanzwinkel, ausgehend von 0° (Richtung nach oben), nach links und nach rechts bis 180°. Dann erscheinen Mißweisungen, die physiologisch einander entsprechen, unter gleichem Vorzeichen (in unserem Beispiel + 5° r bzw. l). Würde man die Winkel von 0 bis 360° (entgegen dem Uhrzeigersinn) durchzählen, so würde der Tanzwinkel links als zu groß, rechts als zu klein registriert werden

Bei allen weiteren Versuchen über Richtungsweisung wurde der Himmel abgedeckt und die Beobachtung bei diffusem Licht durchgeführt. Erwartungsgemäß traten nun die starken Mißweisungen nicht mehr auf. Aber eine kleinere „*Restmißweisung*" blieb bestehen ([*4c*] S. 145, [*4d*] S. 382). Von ihr allein soll im folgenden die Rede sein.

Um ein ausreichendes Material über das Auftreten der Mißweisung zu gewinnen, haben wir an verschiedenen Tagen, an verschiedenen Völkern, bei verschiedener Flugrichtung und in verschiedenen Gegenden die Tänze der sammelnden Bienen jeweils vom Morgen bis zum Abend gemessen.

Als Beispiel bringen wir zunächst das Ergebnis zweier Versuche vom 2. und 3. 9. 58. In dem ebenen

[1]) Unter Sonnenwinkel verstehen wir den Winkel zwischen dem Azimut der Sonne und dem Azimut des Zieles.

[2]) Bei der Analyse ist zu berücksichtigen, daß für eine Biene, die auf der vertikalen Wabenfläche tanzt, der Winkel zwischen ihrer geradlinigen Laufstrecke und der auf die Wabenfläche projizierten Richtung zur Sonne auch von dem angestrebten Schwerkraftwinkel und von der Stellung der Wabe im Raum abhängt.

Wiesengelände von Aich (1 km entfernt von Brunnwinkl am Wolfgangsee) war ein Beobachtungsstock aufgestellt und durch ein Zelt aus Preßstoffplatten nach allen Seiten und gegen den Himmel dicht abgeschirmt. Eine Schar numerierter Bienen sammelte an einem Zuckerwasserschälchen 200 m nördlich vom Stock. Der Beobachter saß im Zelt und registrierte die Tänze bei diffusem Licht.

Das Ergebnis läßt sich auf zweierlei Weise betrachten und darstellen: 1. Zählt man die Tanzrichtung, beginnend mit der Richtung nach oben = 0°, fortlaufend entgegen dem Uhrzeigersinn von 0 bis 360° und vergleicht man sie mit der Soll-Tanzrichtung, wie sie sich auf Grund des eingangs besprochenen Übersetzungsschlüssels aus dem Azimut des Futterplatzes und dem Azimut der Sonne ergibt, so weist ein zu großer Tanzwinkel nach links und ein zu kleiner nach rechts vom Ziel. Das ist formal eindeutig, aber physiologisch unbefriedigend. Denn bei solcher Betrachtung werden Abweichungen von der Sollrichtung, die mit Bezug auf die Funktionsweise der statischen Organe als gleichwertig zu betrachten sind, auf der linken Seite des Kreisbogens als zu große, auf der rechten Seite als zu kleine Winkel verzeichnet (Fig. 1) und umgekehrt. 2. Zählt man die Tanzrichtungen beginnend mit der Richtung nach oben (0°) nach rechts bzw. nach links bis 180° und vergleicht mit der Soll-Tanzrichtung, so sind die „zu großen" bzw. „zu kleinen" Tanzwinkel beiderseits der Funktionsweise der Schweresinnesorgane gemäß und versprechen besseren Aufschluß[1]).

In Fig. 2 bedeutet jedes Kreuzchen (Versuch vom 2. 9.) und jeder Punkt (Versuch vom 3. 9.) einen gemessenen Tanz. Als Abszisse ist die Tageszeit aufgetragen, als Ordinate der Betrag der Mißweisung (nach oben zu große, nach unten zu kleine Tanzwinkel). Obwohl die Streuung hier beträchtlich war, größer als in vielen anderen Fällen, kann man die „Fehler" nicht als zufällig betrachten. Denn sie zeigen einen deutlichen und in beiden Versuchen übereinstimmenden Tagesgang.

Es sieht so aus, als würde Größe und Sinn der Mißweisung von der Tageszeit bestimmt. Doch kann diese nicht der maßgebende Faktor sein. Denn wenn man den Futterplatz statt nördlich vom Stock z. B. im Westen errichtet und hiermit die Flugrichtung ändert, so erhält man ein wesentlich anderes Bild (Fig. 3).

Unser Material umfaßt bis heute 33 verwertbare Versuche nach neun verschiedenen Himmelsrichtungen. Wir beschränken uns hier darauf, in Fig. 2 und 3 die Ergebnisse von zwei Versuchen mit Flugrichtung Nord und einem Versuch mit Flugrichtung West in so detaillierter Darstellung zu bringen, verweisen aber auf entsprechende Abbildungen für zwei Versuche mit Flugrichtung Süd und einen mit Flugrichtung Ost in [*4e*], Abb. 9 und 10 auf Tafel bei S. 18 sowie auf die Fig. 5 in *dieser* Arbeit, die sich in anderem Zusammenhang auf einen Versuch mit Flugrichtung Süd bezieht. Man wird bestätigt finden, daß sich mit der Flugrichtung auch der Tagesgang der Mißweisung ändert.

Wir haben einen Beobachtungsstock horizontal gelegt und den Bienen freie Sicht nach dem ganzen Himmel gegeben, so daß sie sich bei ihren Tänzen unmittelbar nach der Sonne einstellen konnten. Da

[1]) Formale Unklarheiten ergeben sich hierbei, wenn die Soll-Tanzrichtung und die beobachtete Tanzrichtung auf verschiedenen Seiten vom Lot liegen. War die Abweichung beiderseits gleich groß, z. B. Soll-Tanzrichtung 2° (oder 178°) rechts bei einer beobachteten Tanzrichtung von 2° (oder 178°) links, so haben wir den Fall nicht verwertet. Bei ungleicher Winkelgröße wurden derartige Grenzfälle bei der Auswertung so behandelt, als hätte die Biene den *größeren* Winkel (gleichgültig ob Licht- oder Schwerewinkel) richtig erfaßt und den kleineren auf die falsche Seite lokalisiert. Ob wir hiermit das rechte getroffen haben, bleibt ungewiß. Auf das Gesamtergebnis können diese Einzelfälle keinen Einfluß haben.

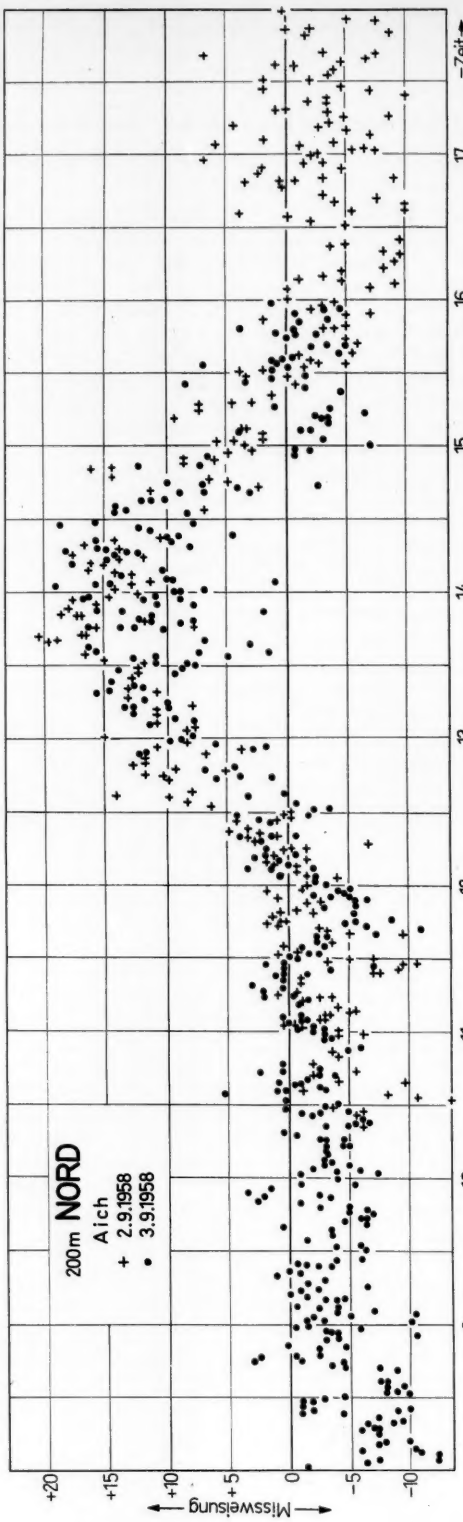



Fig. 2. Die „Restmißweisung" bei der Richtungsweisung der Bienen am 2. 9. (+) und 3. 9. (•) 1958. Aich, Futterplatz 200 m vom Stock im Norden. Auf der Abszisse die Tageszeit. Ordinate: Abweichung der gewiesenen Richtung von der zutreffenden Richtung in Winkelgraden, + = zu große, – = zu kleine Tanzwinkel. Jedes Kreuz bzw. jeder Punkt bedeutet einen gemessenen Tanz

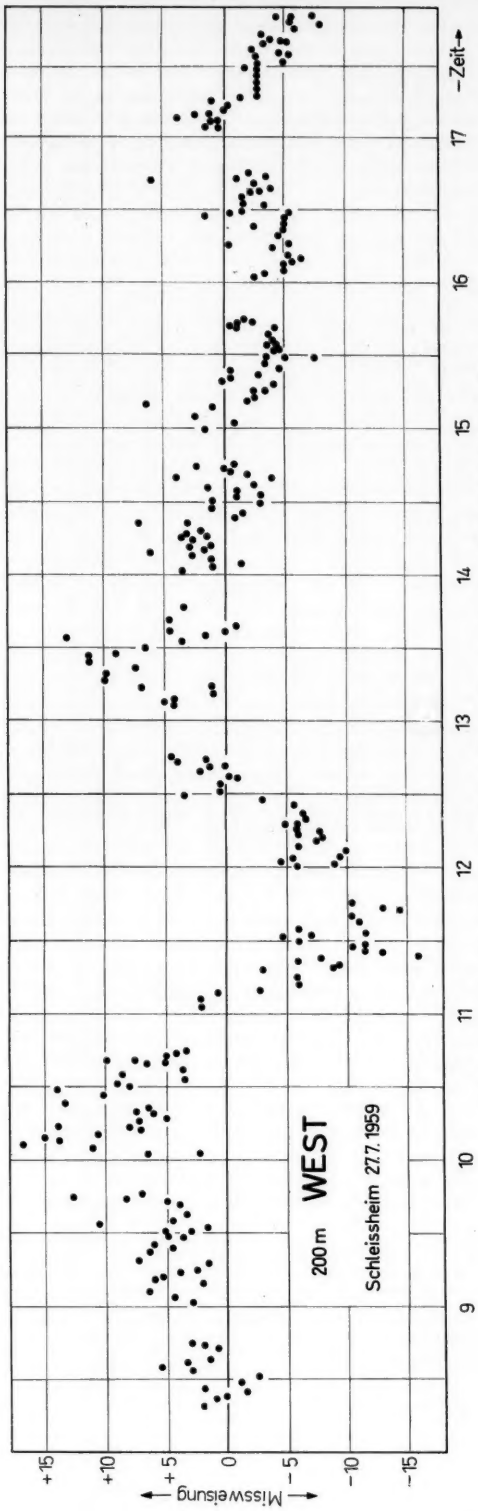



Fig. 3. Ein entsprechender Versuch wie Fig. 2, aber Futterplatz im Westen, Schleißheim 27. 7. 59

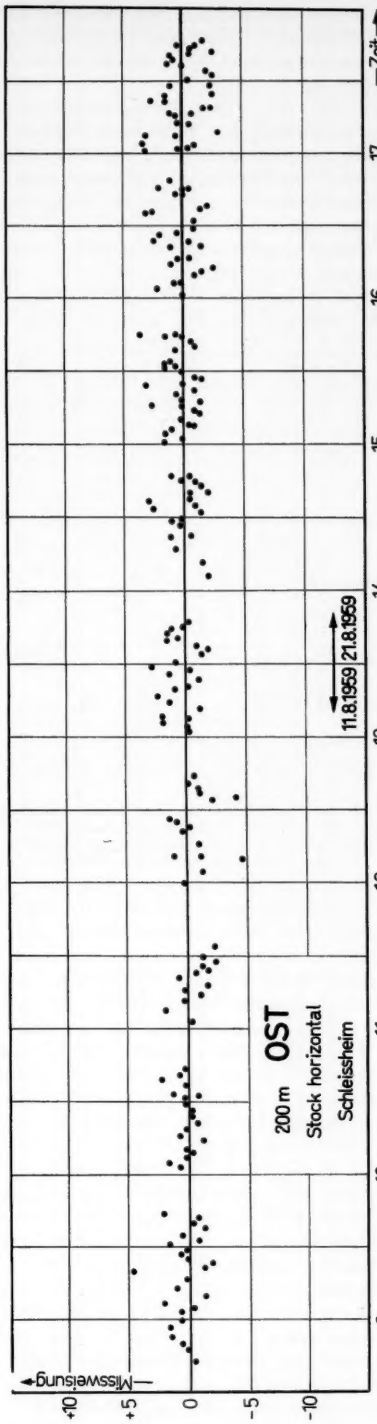



Fig. 4. Die Wabe des Beobachtungsstocks lag horizontal, die Bienen haben Sicht nach der Sonne und dem ganzen blauen Himmel. Unter diesen Umständen waren keine Mißweisungen zu beobachten. Versuche vom 11. und 21. 8. 59, Schleißheim, Futterplatz 200 m Ost

traten keine Mißweisungen auf. Die Streuung um den richtigen Wert blieb regellos und in engen Grenzen (Fig. 4 nach Versuchen am 11. 8. und 21. 8. 59 bei Flugrichtung Ost und übereinstimmende Versuche am 5. und 8. 7. 59 bei Flugrichtung Süd). Daraus ist zu

schließen, daß es sich bei den Mißweisungen auf der vertikalen Wabe um *„Übersetzungsfehler"* handelt, die entstehen, wenn die Lichtwinkel auf die Schwerkraftwinkel transponiert werden.

Daß es sich um „Übersetzungsfehler" handelt, wurde auch bei anderen Beobachtungen deutlich. Der Grad der Mißweisung unterliegt individuellen Verschiedenheiten; einzelne Bienen sind sogar ausgesprochene *Abweicherinnen*, die bei ihrer Richtungsweisung dauernd gegenüber der Norm erheblich zu große oder zu kleine Winkel anzeigen. In einem Falle hatten wir die Gelegenheit, festzustellen, daß sich selbst ein so abwegiges Individuum auf *horizontaler* Wabe ganz im Rahmen der üblichen Streuung hielt; also auch individuelle extreme Mißweisungen entstehen offenbar erst beim Transponieren des Sonnenwinkels auf den Schwerewinkel.

Die wenigen Individuen mit regelmäßigen, starken Abweichungen haben wir in den Kurven und graphischen Darstellungen ausgeschieden und gesondert betrachtet. Wir kommen gleich auf sie zurück. Geringfügige systematische Abweichungen bei der Richtungsweisung gibt es auch unter den anderen Bienen (vgl. [*9*]), was bei Versuchen mit größeren Bienengruppen zu einer Erhöhung der Streuung führt. Davon abgesehen ist die Größe der Streuung individuell verschieden. Das Bild der Kurvenzüge wird daher schöner, wenn man die Messungen auf eine kleine Zahl von Individuen beschränkt, von deren sauberer Richtungsweisung man sich zuvor überzeugt hat[1]).

Als typisches Beispiel für eine *Abweicherin* bringen wir in Fig. 5 einen Versuch vom 6. 7. 59. Der Futterplatz lag 200 m südlich vom Stock. Die Bienen zeigten am Vormittag zu kleine Winkel. Die Richtungsweisungen der Biene Nr. 146 (eingeringelte Werte) lagen an der unteren Grenze des Streubereiches und zum Teil noch erheblich darunter. Am Nachmittag, als zu große Winkel gezeigt wurden, hielten sich ihre Weisungen im oberen Grenzbereich oder darüber. Das bedeutet, daß sie in beiden Fällen über die normale Streubreite hinaus nach links am Ziel vorbeigezeigt hat, entsprechend einem Übergewicht der linksseitigen statischen Organe. Dasselbe Verhalten zeigte diese Biene Nr. 146 bei einem entsprechenden Versuch am 7. 7., und sie hatte die gleiche Tendenz in geringerem Ausmaße auch schon bei einem Versuch am 26. 6. erkennen lassen. Bei den Versuchen auf *horizontaler* Wabenfläche am 5. und 8. 7. war hingegen an Nr. 146 keine Abweichung gegenüber den anderen Bienen zu beobachten. — Entsprechend verhielt sich in den Versuchen vom 6. und 7. 9. 58 die Biene Nr. 162. Sie zeigte von früh bis abends gegenüber dem Durchschnitt erheblich zu große Winkel an, was bei dem östlich gelegenen Futterplatz einer dauernden Linkstendenz entsprach. Es kann aber die Tendenz auch nach der anderen Seite gehen. Am Vormittag des 2. 9. 58 gab bei nördlichem Futterplatz die Biene Nr. 119 viel zu kleine Winkel, am Nachmittag des 3. 9. viel zu große Winkel an, was einer Rechtstendenz entspricht. Am Nachmittag des 2.9. war die Rechtstendenz geringer und am Vormittag des 3. 9. überhaupt nicht festzustellen. Es können also starke Abweichungen auch *vorübergehend* in Erscheinung treten. Doch blieben die Abweicherinnen vereinzelte Ausnahmen.

Wir wüßten nun gerne, worauf die Fehler bei der Richtungsweisung zurückzuführen sind[1]). Den Biolo-

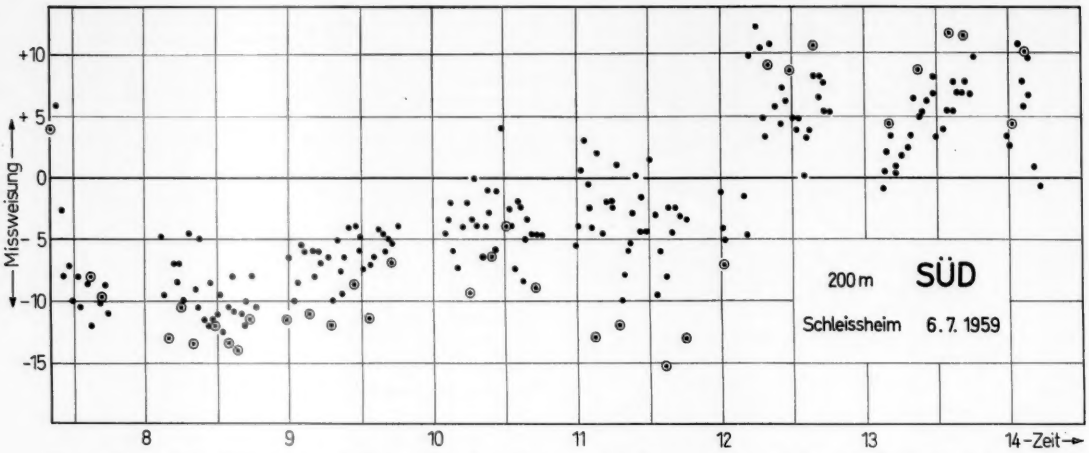



Fig. 5. Versuch über Mißweisung wie Fig. 2 und 3, Futterplatz 200 m entfernt im Süden, 6. 7. 59. Die Biene Nr. 146 (eingeringelte Werte) zeigte über die Streubreite der anderen Bienen hinaus am Vormittag zu kleine, am Nachmittag zu große Werte, in beiden Fällen also weiter als die übrigen Bienen nach links am Ziel vorbei (Linkstendenz, entsprechend einem Überwiegen der linken statischen Organe). — Der Versuch wurde um $14^{15}$ wegen Wetterverschlechterung abgebrochen

[1]) Der Unterschied ist z. B. ersichtlich, wenn man Fig. 9 bei v. Frisch ([*4e*] auf Tafel bei S. 18) mit Fig. 2 der vorliegenden Arbeit vergleicht. Die Meßwerte in beiden Versuchen der erstgenannten Figur beschränken sich auf 7 bis 8 gute Tänzerinnen. Den Werten der beiden Versuche in Fig. 2 liegen die Messungen an je 20 bis 21 wahllos herausgegriffenen Tänzerinnen zugrunde.

[1]) Mit dieser Frage haben sich auch zwei Dissertationen beschäftigt: E. Palitschek v. Palmforst (Ein Beitrag zur optischen und statischen Orientierung der Biene, Dissert. phil. Fak. Univ. Graz 1952) fand — in einer selbständig durchgeführten Untersuchung —, daß die Bienen bei ihrer Richtungsweisung auf vertikaler wie auf horizontaler Wabe fast immer nach links am Ziel vorbeizeigen (Linksmißweisung). Wir konnten das nicht bestätigen. Bei seinen Versuchen lag der Futterplatz stets südwestlich oder südöstlich vom Stock. Bei diesen Flugrichtungen ergibt sich bei Tänzen auf vertikaler Wabe tatsächlich meistens eine Linksmißweisung, bei anderen Flugrichtungen treten aber sehr oft Rechtsmißweisungen auf. Palitschek's verwickelte Erklärungsversuche für das Auftreten der Mißweisungen gehen von der Linksmißweisung aus und beruhen somit auf Voraussetzungen, die durchaus nicht immer verwirklicht sind. — A. Djalal (Untersuchungen über die Ursache der Richtungs-Mißweisung bei den Tänzen der Honigbiene, Dissert. naturw. Fak., Univ. München 1959) arbeitete in der Umgebung von München. Wir haben seine Versuche zum Teil am gleichen Ort und

Tabelle 1. *Fächerversuche bei starker Mißweisung*

Winkelabstände der Beobachtungsplätze 8°, Entfernung vom Stock 250 m, Entfernung des Futterplatzes 270 m. Dressurduft Orangenblütenöl. Sonnig.

| Versuch Nr. | Zeit | Futterplatz | Durchschnittliche Mißweisung während der Beobachtungszeit | Anzahl der Neulinge an den Duftplatten l. = links, r. = rechts von der Dressurrichtung | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 32° l. | 24° l. | 16° l. | 8° l. | Dressurrichtung | 8° r. | 16° r. | 24° r. | 32° r. |
| 65 | 4. 9. 59, $9^{05}$—$10^{05}$ | 270 m Ost | − 3° (nach r. vom Ziel) n 35 | 0 | 0 | 3 | 40 | *24* | 30 | 8 | 7 | 2 |
| 67 | 4. 9. 59, $14^{20}$—$15^{20}$ | 270 m Ost | + 12° (nach l. vom Ziel) n 44 | 0 | 2 | 1 | 6 | *24* | 9 | 1 | 1 | 0 |
| 72 | 5. 9. 59, $13^{17}$—$14^{17}$ | 270 m Süd | − 11,4° (nach r. vom Ziel) n 33 | 1 | 1 | 0 | 6 | *40* | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 74 | 5. 9. 59, $15^{44}$—$16^{29}$ | 270 m Süd | + 7,2° (nach l. vom Ziel) n 31 | 1 | 5 | 0 | 4 | *66* | 4 | 11 | 1 | 1 |

gen interessiert zunächst, ob *für die Bienen* überhaupt eine Mißweisung vorliegt, wenn *wir* eine solche feststellen. Es wurde schon erwähnt (S. 585), daß in einem früheren Versuch die ausfliegenden Neulinge von der starken, durch polarisiertes Licht bedingten Mißweisung nicht in eine falsche Richtung verleitet wurden. Für die „Restmißweisung" blieb der Sachverhalt noch zu prüfen.

Zu diesem Zweck wurden im September 1959 an einem Beobachtungsstock in Aich zuzeiten starker Mißweisung *Fächerversuche* durchgeführt. Am 4. 9. 59 sammelte eine Gruppe gezeichneter Bienen 270 m östlich vom Stock. Dem Futterplatz war Orangenblütenöl beigegeben. Etwas näher zum Stock wurden — in Winkelabständen von 8° — Duftplatten ohne Futter fächerförmig ausgelegt, mit so wenig Orangenblütenöl, daß herumsuchende Neulinge nur aus einem Abstand von wenigen Metern angelockt wurden. Schon $^1/_2$ Std vor Beginn der Beobachtung herrschte starke Plus-Mißweisung, während des Versuches von $14^{20}$—$15^{20}$ betrug sie im Durchschnitt + 12°. Wären die benachrichtigten Kameraden diesem Winkel zur Sonne gefolgt, so hätten sie in der Richtung des gestrichelten Pfeiles der Fig. 6 suchen müssen. Die Verteilung der Anflüge auf den Duftplatten (in Fig. 6 zahlenmäßig angegeben) läßt jedoch keinen Einfluß der „Mißweisung" erkennen.

Wir haben am 4. und 5. 9. 59 insgesamt vier solche Fächerversuche durchgeführt, zwei mit Flugrichtung Ost, zwei mit Flugrichtung Süd. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 übersichtlich zusammengestellt. Der erste Versuch war insoferne mißglückt, als die Mißweisung etwas früher als erwartet abnahm und im Durchschnitt während der Beobachtungszeit nur − 3° betrug. Auch hatten wir den Duft zu stark genommen, was bei der herrschenden schwachen Luftströmung je nach ihrer Richtung, eine Ablenkung der Neulinge nach den Seiten begünstigte. Nach der — in diesem Falle geringfügigen — Mißweisung hätten an der ersten Duftplatte rechts von der Dressurrichtung mehr Neulinge anfliegen sollen als an der ersten Duftplatte links; das Gegenteil traf zu. Überzeugend belegen die drei weiteren Versuche, *daß die verständigten Bienen trotz der scheinbaren Mißweisung den richtigen Weg fliegen.* Man beachte, daß nach unserer Meßmethode die von den Tänzerinnen gewiesenen Wege in den zwei Versuchen vom Nachmittag des 5. 9. untereinander um 18,6° differierten. Das bedeutet, daß bei Befolgung der Mißweisungen die Maxima des Befluges um mehr als zwei Beobachterabstände getrennt gewesen wären. Das Zahlenmaterial läßt nicht die geringste Tendenz in diesem Sinne erkennen.

Es ist also klar, daß die Richtungsweisung für die Bienen selbst korrekt ist und daß die „Fehler", die beim Transponieren des Lichtwinkels auf den Schwerewinkel entstehen, nur von uns als solche empfunden

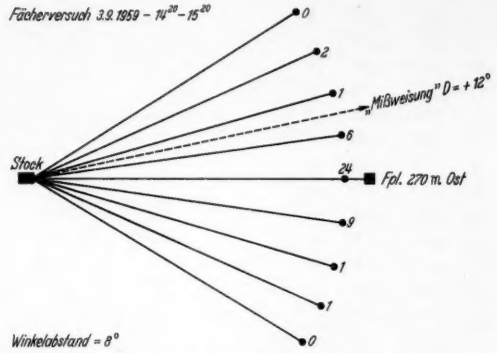



Fig. 6. Fächerversuch bei starker Mißweisung. *Fpl* Futterplatz, schwarze Punkte = die in Winkelabständen von 8° fächerförmig ausgelegten Duftplatten. Die beigefügten Zahlen geben an, wieviele Neulinge sich auf ihnen während einstündiger Beobachtung niedergelassen haben. Wären sie der Mißweisung gefolgt, so hätten sie in der Richtung des gestrichelten Pfeiles suchen sollen

werden. Wie kommt es zu dieser merkwürdigen Erscheinung? Welche Gesetzmäßigkeiten liegen ihr zugrunde?

Durch den Vergleich des Tagesganges der Kurven von den zahlreich vorliegenden Versuchen konnten wir keine klare Regel herausfinden. Doch wird eine solche erkennbar, wenn man die Ergebnisse in anderer Weise betrachtet.

Da offensichtlich die Flugrichtung zum Ziel von Einfluß ist und da sich, unter sonst gleichen Bedingungen, mit der Flugrichtung auch die Tanzrichtung auf der Wabe ändert, liegt es nahe, die Beobachtungen nicht nach der Tageszeit, sondern *nach der Tanzrichtung zu ordnen.* Wir bringen in solcher Darstellung (Fig. 7) zunächst den Versuch vom 27. 7. 59, dessen Ergebnisse nach Tageszeiten geordnet in Fig. 3 wiedergegeben sind. Man denke sich die Fig. 7 auf die vertikal stehende Wabe des Beobachtungsstockes projiziert, so daß der 0°-Punkt der Kreiseinteilung nach oben, der 180°-Punkt nach unten gerichtet ist. Der Futterplatz lag im Westen (Azim. 270°). Die Sonne stand zu Beginn des Versuches etwas südlich von Ost (Azim. 100°), die Lage des Futterplatzes war somit 170° rechts von der Sonne. Die Bienen sollten also 170° nach rechts von der Richtung nach oben tanzen. Man

zur gleichen Jahreszeit wiederholt und sind zur Überzeugung gekommen, daß die enorme Streuung seiner Meßwerte auf unzulänglicher Technik beruht. In zwei wesentlichen Punkten stimmen wir mit seinen Ergebnissen überein: daß die Mißweisung gering ist, wenn die Flugrichtung zur Sonne oder von ihr weg führt (vgl. S. 590) und daß die Sonnen*höhe* auf die Mißweisung keinen Einfluß hat (vgl. S. 591, 592). Eine Erklärung für das Zustandekommen der Mißweisung fand er nicht.

findet in der Figur diese Soll-Tanzrichtung durch den ausgezogenen Strich rechts unten bei 170° dargestellt, und daneben durch die gestrichelte Linie den tatsächlich beobachteten Tanzwinkel, der um 1,4° zu groß war (Mittelwert aus allen Tänzen, deren Sollwert zwischen 165,1 und 175° lag). Bei der Fortsetzung des Versuches ändert sich, wie schon eingangs betont, die Tanzrichtung *entgegen dem Uhrzeigersinn*. Als nächstes findet man also bei 160° mit der gestrichelten Linie die durchschnittliche Mißweisung für alle Tänze angegeben, deren Sollwert zwischen 155,1 und 165° lag,

| Nr. | Zeit | n |
|---|---|---|
| 1 | $8^{19} - 8^{45}$ | 14 |
| 2 | $9^{01} - 9^{25}$ | 13 |
| 3 | $9^{28} - 10^{03}$ | 15 |
| 4 | $10^{05} - 10^{35}$ | 20 |
| 5 | $10^{37} - 11^{03}$ | 9 |
| 6 | $11^{06} - 11^{26}$ | 13 |
| 7 | $11^{28} - 11^{45}$ | 12 |
| 8 | $12^{01} - 12^{09}$ | 7 |
| 9 | $12^{11} - 12^{28}$ | 11 |
| 10 | $12^{30} - 12^{45}$ | 11 |
| 11 | $13^{07} - 13^{12}$ | 4 |
| 12 | $13^{14} - 13^{35}$ | 12 |
| 13 | $13^{37} - 14^{03}$ | 7 |
| 14 | $14^{05} - 14^{32}$ | 20 |
| 15 | $14^{33} - 15^{09}$ | 15 |
| 16 | $15^{10} - 15^{45}$ | 28 |
| 17 | $16^{02} - 16^{39}$ | 25 |
| 18 | $16^{41} - 17^{05}$ | 7 |
| 19 | $17^{09} - 17^{35}$ | 18 |
| 20 | $17^{37} - 17^{50}$ | 11 |

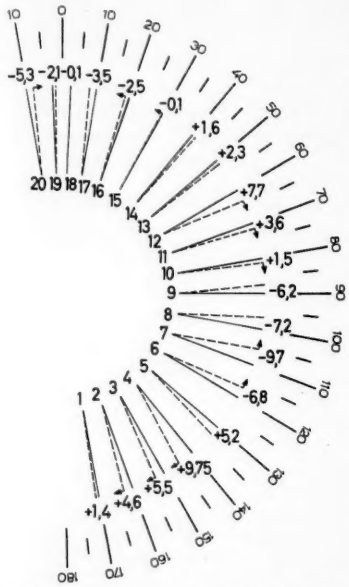



Fig. 7. Die Ergebnisse des Versuches über Mißweisung vom 27.7.59 (vgl. Fig. 3, Schleißheim, Futterplatz 200 m West), nach den Tanzrichtungen dargestellt. Der Ablauf des Versuches ist entgegen dem Uhrzeigersinn zu verfolgen. Ausgezogene Striche = Soll-Tanzrichtungen, gestrichelte Linien = beobachtete Tanzrichtungen, in Mittelwerten für je 10° zusammengefaßt. Die Beträge der Mißweisung sind bei jeder Stufe angegeben, die Tendenz ihrer Änderung im Ablauf des Versuches soll durch die angesetzten kleinen Pfeile verdeutlicht werden. Die Zeitspannen und die Zahl der Einzelbeobachtungen findet man in der Liste links unter den entsprechenden Nummern. Nähere Erklärung im Text

und so fort in Stufen von 10° zu 10° [1]). Die Stufen sind (innen) laufend numeriert, zu jeder Stufe ist die Beobachtungszeit und die Zahl der Einzelbeobachtungen (n) in der Liste seitlich angegeben. Die Figur macht unmittelbar anschaulich, in welcher Weise die Tänze von den nach unserem Übersetzungsschlüssel erwarteten Richtungen abwichen. Im unteren Quadranten sind die Tanzwinkel zunächst zu groß und weichen in der Richtung zum Lot von der Sollrichtung ab; dann werden sie zu klein und nähern sich der Horizontalen; nach Überschreitung derselben (bei einer Tanzrichtung von 90° r.) nähern sie sich dieser von der anderen Seite und werden wieder zu groß, um dann im oberen Bereich mit zu kleinen Winkeln erneut der Lotlinie zuzustreben — nach Überschreitung derselben auch von der anderen Seite her.

Nicht immer trat dieser Wechsel zwischen zu großen und zu kleinen Tanzwinkeln so regelmäßig in Erscheinung. Aber die *Tendenz* zu einer entsprechenden Änderung des Tanzwinkels ist in den betreffenden Sektorenbereichen fast ohne Ausnahme deutlich. Zwei weitere Beispiele mögen zeigen, wie das gemeint ist. Im unteren Halbbogen von Fig. 8 ist der schon in Fig. 2 gebrachte Versuch vom 2. 9. 58 mit Flugrichtung Nord noch einmal wiedergegeben, aber nach den Tanzrichtungen geordnet. Anfangs lag der Soll-Tanzwinkel bei 150° l. und erreichte mittags 180°. In diesem Sektorbereich wäre in Analogie zu Fig. 7 ein zu großer Tanzwinkel zu erwarten; in Wirklichkeit war er zu klein, aber ein Hinstreben zur Lotlinie äußert sich in der Abnahme der Mißweisung von —5,6° bis fast 0°. Im weiteren Verlauf entspricht das Verhalten der Fig. 7. Im oberen Halbbogen ist ein Versuch vom 4. 9. 58 mit Flugrichtung Süd wiedergegeben. In den ersten Stunden (Tanzrichtung nach rechts oben) sind die Tanzwinkel durchwegs zu klein, aber die Änderungen der Fehlergröße (durch die angesetzten Pfeile verdeutlicht) streben zunächst der Horizontalen, dann der Lotrechten zu. Der weitere Verlauf zeigt anfangs eine leichte Unregelmäßigkeit und erscheint weiterhin typisch.

Wir glauben, daß im Gang der „Fehler" in Fig. 7 die Regel hervortritt, die den Mißweisungen zugrunde liegt, und daß die häufigen Abweichungen und Unregelmäßigkeiten des Verlaufes in den verschiedenen Versuchen auf Störfaktoren zurückgehen, die uns vorläufig unbekannt sind. Wir kamen zu dieser Überzeugung, weil jene Regel im Gesamtdurchschnitt aller Versuche ungemein deutlich erkennbar ist (Fig. 9).

Zur Erläuterung sei bemerkt: Wir haben in Fig. 9 alle Versuche zusammengefaßt mit Ausschluß solcher, die durch Auftreten von Regen oder starker Bewölkung gestört waren. Wir fragen nicht danach, in welcher Gegend sie durchgeführt sind, ob der Futterplatz 200 m oder, wie ausnahmsweise, 556 m vom Stock entfernt war, wir berücksichtigen nicht die Tageszeit und die Flugrichtung, sondern ordnen das gesamte Material ausschließlich nach der Soll-Tanzrichtung auf der vertikalen Wabenfläche. So sind z. B. bei der Soll-Tanzrichtung 10° l. aus sämtlichen Versuchen alle gemessenen Tänze verwertet, bei denen der Sollwert zwischen 5,1 und 15° l. gelegen war. Die Mißweisung wurde für jeden einzelnen Tanz berechnet und das Mittel der Werte in das Diagramm eingetragen. In diesem sind 33 Versuche mit 6759 gemessenen Tänzen verarbeitet.

Man sieht, daß die Weisungen recht genau sind, wenn die Tänze nach oben oder nach unten und wenn sie angenähert horizontal nach rechts oder links gerichtet sind. Im oberen und unteren Bereich tendieren die Mißweisungen zur Lotlinie, in den seitlichen Bereichen zur Horizontalen, wobei die Grenzlinien (gestrichelt eingetragen) etwa bei 60° beiderseits der Lotlinie liegen. Die Lotlinie wirkt also sozusagen stärker

[1]) Von den 10°-Stufen sind wir in den Diagrammen nur bei 0 und 180° abgegangen, wo sie in Stufen von 0 bis 5° und 175 bis 180° r. und l. unterteilt sind, entsprechend unserer getrennten Betrachtung der nach rechts bzw. nach links gerichteten Tänze (vgl. S. 586, Kleindruckabsatz).

I. 2.9.1958, AICH, 200 m N.

| Nr. | Zeit | n |
|---|---|---|
| 1 | $10^{29}$ – $10^{57}$ | 12 |
| 2 | $10^{59}$ – $11^{23}$ | 20 |
| 3 | $11^{24}$ – $11^{49}$ | 24 |
| 4 | $11^{50}$ – $12^{03}$ | 8 |
| 5 | $12^{04}$ – $12^{15}$ | 11 |
| 6 | $12^{17}$ – $12^{38}$ | 17 |
| 7 | $12^{43}$ – $13^{06}$ | 16 |
| 8 | $13^{09}$ – $13^{35}$ | 12 |
| 9 | $13^{39}$ – $14^{09}$ | 22 |
| 10 | $14^{11}$ – $14^{43}$ | 12 |
| 11 | $14^{45}$ – $15^{25}$ | 24 |
| 12 | $15^{28}$ – $16^{12}$ | 26 |
| 13 | $16^{13}$ – $17^{02}$ | 34 |
| 14 | $17^{03}$ – $17^{56}$ | 37 |

II. 4.9.1958, AICH, 200 m S.

| Nr. | Zeit | n |
|---|---|---|
| 1 | $8^{19}$ – $8^{38}$ | 19 |
| 2 | $8^{39}$ – $9^{19}$ | 33 |
| 3 | $9^{21}$ – $9^{56}$ | 37 |
| 4 | $9^{57}$ – $10^{28}$ | 37 |
| 5 | $10^{30}$ – $10^{56}$ | 27 |
| 6 | $10^{57}$ – $11^{24}$ | 23 |
| 7 | $11^{25}$ – $11^{48}$ | 21 |
| 8 | $11^{51}$ – $12^{03}$ | 9 |
| 9 | $12^{06}$ – $12^{15}$ | 8 |
| 10 | $12^{19}$ – $12^{45}$ | 37 |
| 11 | $12^{47}$ – $13^{00}$ | 20 |
| 12 | $13^{16}$ – $13^{44}$ | 39 |
| 13 | $13^{45}$ – $14^{00}$ | 21 |
| 14 | $14^{16}$ – $14^{51}$ | 46 |
| 15 | $14^{52}$ – $15^{34}$ | 44 |
| 16 | $15^{35}$ – $16^{21}$ | 47 |
| 17 | $16^{22}$ – $17^{00}$ | 57 |
| 18 | $17^{15}$ – $18^{00}$ | 47 |

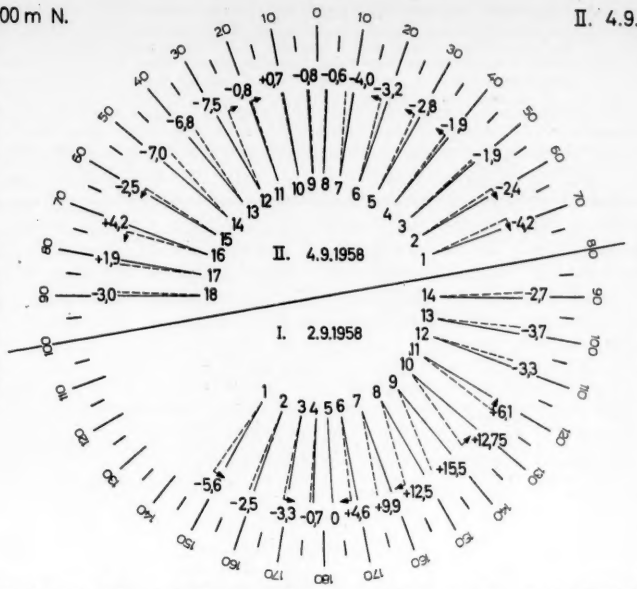



Fig. 8. Versuche über Mißweisung in Aich, wie in Fig. 7 nach den Tanzrichtungen geordnet. I. *Unterer Halbkreis:* Versuch vom 2.9.58, Futterplatz 200 m Nord (vgl. hierzu auch die andere Darstellung des Versuches in Fig. 2). II. *Oberer Halbkreis:* Versuch vom 4.9.58, Futterplatz 200 m Süd. Weitere Erklärung wie Fig. 7

anziehend als die Horizontale. Das macht sich auch darin geltend, daß — wenn wir den Mißweisungen entsprechend dem Tagesgang der Tänze entgegen dem Uhrzeigersinn folgen — nach dem Überschreiten der horizontalen Tanzrichtung zwar die Tendenz nach der entgegengesetzten Abweichung deutlich wird (Pfeile in Fig. 9), ohne daß aber ein stärkerer Ausschlag zustande kommt, während die Ausschläge nach der Lotlinie von beiden Seiten her deutlich sind.

*Somit zeigt sich eine klare Beziehung zwischen der Tanzrichtung auf der vertikalen Wabe und der Mißweisung.*

Die Tanzrichtung wird durch den Sonnenwinkel bestimmt, also durch den Winkel zwischen dem Azimut des Futterplatzes und dem Azimut der Sonne. Man kann fragen, ob etwa auch die wechselnde Sonnen*höhe* die Tänze beeinflußt. Für eine solche Annahme hat sich in unseren früheren Beobachtungen kein Anhaltspunkt ergeben. Im Experiment erwies sich die Tanzrichtung nur vom Azimut und nicht von der Höhe einer Lichtquelle abhängig ([*4e*] S. 13). Bei anderen Versuchstieren liegen zum Teil auch andersartige Erfahrungen vor: BRAEMER [*3*] fand bei der Sonnenkompaßorientierung von Fischen Anzeichen für eine Beachtung der Sonnenhöhe; JANDER (*6a*] S. 191) konnte nachweisen, daß Ameisen, die auf einer vertikalen Fläche einer seitlichen Lichtquelle ausgesetzt werden, eine Kompromißrichtung zwischen positiver Geotaxis und negativer Phototaxis einschlagen, indem sie schräg nach unten vom Licht weg laufen — wobei aber der Einfluß der Lichtquelle um so geringer wird, je höher sie über der Lauffläche steht. Bei der Lichtkompaßorientierung der Mistkäfer fanden BIRUKOW und DE VALOIS [*2*] eine Abhängigkeit von der Höhe der Lichtquelle. Demgegenüber ist *für die Mißweisung die Sonnenhöhe ebenso belanglos wie auch sonst für die Sonnenorientierung der Bienen.* Das ergibt sich aus den in Tabelle 2 zusammengestellten Daten.

Fig. 9. Gesamtdurchschnittswerte aus allen verwertbaren Versuchen über Mißweisung (33 Versuche mit 6759 gemessenen Tänzen), nach der Tanzrichtung geordnet. Die Darstellung ist, entsprechend der zeitlichen Änderung der Tanzrichtung, entgegen dem Uhrzeigersinn zu verfolgen. Die Anzahl der Messungen bei jeder Stufe (n) ist am äußeren Rande angegeben. Weitere Erläuterungen in der Legende von Fig. 7 und im Text

Wir haben aus den Versuchsprotokollen solche Tanzmessungen herausgegriffen, bei welchen der Sonnenwinkel derselbe, die Sonnenhöhe aber verschieden war. So findet man in Tabelle 2 unter I. die Fälle vereinigt, in welchen der Weg zum Futterplatz in der Richtung zur Sonne führte (Sonnenwinkel 5° l. bis 5° r., im Mittel 0°). Die Flugrichtung ging bei Versuch Nr. 1—6 vom Stock aus nach Süden,

Tabelle 2. *Vergleichsweise Zusammenstellung der Mißweisungen bei gleichen Sonnenwinkeln, aber verschiedener Sonnenhöhe*

Bei I. ist der Sonnenwinkel 0°, die Sonnenhöhe bei Flugrichtung Süd groß, bei Flugrichtung West gering. Bei II. ist der Sonnenwinkel 90° r., bei III. 90° l., bei IV. 180°, die Sonnenhöhe ist auch hier je nach der Flugrichtung stark verschieden. Die Bildchen links geben die Lage von Stock und Futterplatz und den Sonnenstand für jede Versuchsgruppe wieder. Unter „Sonnenwinkel 0°" sind die Beobachtungen bei Sonnenwinkeln von 5° r. – 5° l. zusammengefaßt, bei „Sonnenwinkel 90° r." jene bei 85,1 – 95° r. usw., die Stundenangabe bezieht sich auf das Mittel der Beobachtungszeit, die Sonnenhöhe gilt für diese mittlere Zeitangabe, als Mißweisung ist für den Einzelversuch der Mittelwert der in der Beobachtungszeit gemessenen Tänze (deren Anzahl s. letztes Feld der Tabelle) und am Ende jeder Versuchsgruppe das Mittel aus diesen Mittelwerten angegeben. – Zwischen der Sonnenhöhe und der Mißweisung besteht keine Beziehung.

| | | Futterplatz | Sonnenwinkel | Ort | Zeit | | Sonnenhöhe | Mißweisung | Mittel | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 1. | Süd | 0° | Aich | 4. 9. 58 | $12^{03}$ | 49,5° | −0,7° | | 17 |
| | 2. | Süd | 0° | Aich | 5. 9. 58 | $12^{04}$ | 49,1° | +1,15° | | 32 |
| | 3. | Süd | 0° | Aich | 5. 9. 59 | $12^{04}$ | 49,2° | +0,95° | | 10 |
| | 4. | Süd | 0° | Aich | 6. 9. 59 | $12^{05}$ | 48,8° | −0,15° | | 22 |
| | 5. | Süd | 0° | Schleißheim | 11. 9. 59 | $12^{13}$ | 46,4° | −0,6° | | 20 |
| | 6. | Süd | 0° | Schleißheim | 12. 9. 59 | $12^{13}$ | 46,1° | −1,0° | −0,06° | 20 |
| | *7.* | *West* | *0°* | *Aich* | *9. 9. 58* | $17^{43}$ | *7,5°* | *+0,85°* | | *64* |
| | *8.* | *West* | *0°* | *Schleißheim* | *27. 7. 59* | $17^{08}$ | *26,15°* | *−1,1°* | *−0,1°* | *28* |
| II. | 1. | West | 90° r. | Aich | 8. 9. 58 | $12^{03}$ | 48,0° | −0,9° | | 24 |
| | 2. | West | 90° r. | Aich | 9. 9. 58 | $12^{03}$ | 47,6° | −2,0° | | 26 |
| | 3. | West | 90° r. | Schleißheim | 27. 7. 59 | $12^{20}$ | 61,1° | −6,2° | −3,0° | 11 |
| | *4.* | *Nord* | *90° r.* | *Aich* | *2. 9. 58* | $17^{30}$ | *12,0°* | *−2,7°* | *−2,7°* | *37* |
| III. | 1. | Ost | 90° l. | Aich | 6. 9. 58 | $12^{06}$ | 48,7° | +2,9° | | 33 |
| | 2. | Ost | 90° l. | Aich | 7. 9. 58 | $12^{06}$ | 48,35° | +1,8° | | 27 |
| | 3. | Ost | 90° l. | Schleißheim | 24. 8. 59 | $12^{17}$ | 53,0° | +2,3° | +2,3° | 21 |
| | *4.* | *Süd* | *90° l.* | *Aich* | *4. 9. 58* | $17^{38}$ | *9,9°* | *−3°* | | *47* |
| | *5.* | *Süd* | *90° l.* | *Aich* | *5. 9. 58* | $17^{38}$ | *9,6°* | *−4,55°* | | *47* |
| | *6.* | *Süd* | *90° l.* | *Aich* | *6. 9. 59* | $17^{21}$ | *12,2°* | *+1,2°* | | *11* |
| | *7.* | *Süd* | *90° l.* | *Schleißheim* | *11. 9. 59* | $17^{38}$ | *8,9°* | *+4,1°* | | *16* |
| | *8.* | *Süd* | *90° l.* | *Schleißheim* | *12. 9. 59* | $17^{38}$ | *8,6°* | *+4,5°* | *+0,45°* | *13* |
| IV. | 1. | Nord | 180° | Aich | 2. 9. 58 | $12^{03}$ | 50,2° | −0,35° | | 20 |
| | 2. | Nord | 180° | Aich | 3. 9. 58 | $12^{03}$ | 49,85° | −1,3° | −0,8° | 25 |
| | *3.* | *Ost* | *180°* | *Aich* | *6. 9. 58* | $17^{40}$ | *9,7°* | *−0,8°* | | *61* |
| | *4.* | *Ost* | *180°* | *Aich* | *7. 9. 58* | $17^{40}$ | *8,6°* | *−2,55°* | | *44* |
| | *5.* | *Ost* | *180°* | *Schleißheim* | *24. 8. 59* | $17^{29}$ | *16,1°* | *−3,75°* | *−2,4°* | *29* |

bei den Versuchen Nr. 7 und 8 nach Westen. Wenn die Bienen nach Süden auf die Sonne zuflogen, war es Mittag, und sie hatte ihren höchsten Tagesstand; wenn sie nach Westen auf die Sonne zuflogen, war es Abend, und die Sonne näherte sich dem Horizont. Trotzdem besteht kein Unterschied in der Mißweisung. Unter II., III. und IV. sind entsprechend die Fälle zusammengestellt, in welchen zur Beobachtungszeit der Futterplatz 90° rechts, 90° links von der Sonne und schließlich ihr gegenüber lag. Auch hier ist kein Einfluß der so sehr verschiedenen Sonnenhöhen ersichtlich[1]).

[1]) Wir haben auch für andere Sonnenwinkel (30°, 60°, 120° und 150° rechts bzw. links), bei welchen zum Teil stärkere Mißweisungen auftreten, die Verhältnisse in entsprechender Weise überprüft. Da die Futterplätze genau im Osten, Süden oder Westen waren, ergeben sich für dazwischen liegende Sonnenstände natürlich geringere Differenzen in der Sonnenhöhe als in den Beispielen der Tabelle 2. Es war z. B. ein Sonnenwinkel 30° l. verwirklicht bei einem Versuch in Aich am 6. 9. 59 mit Futterplatz Süd um 13.30 Uhr und am 6. 9. 58 mit Futterplatz Ost um 9 Uhr. Die Sonnenhöhe war im ersten Falle 45,05°, im zweiten 33,1°. Eine Beziehung zwischen Sonnenhöhe und Mißweisung war auch in allen diesen Fällen nicht erkennbar.

Die Feststellung, daß die Mißweisung von der Tanzrichtung auf der vertikalen Wabe abhängt, läßt die *Frage nach ihren physiologischen Grundlagen* offen. Sie sind noch ungeklärt. Doch weist eine Arbeit von R. Jander [*6b*] nach einer bestimmten Richtung. Jander prüfte an Köcherfliegen *(Limnophilus)* das Transponieren von Lichtwinkeln auf Schwerewinkel — eine Fähigkeit, die ja mit einigen Varianten bei verschiedenen Insektenarten nachgewiesen ist [*1*], [*10*], [*11*]. In der Dunkelkammer liefen die Köcherfliegen auf horizontaler Ebene mehr oder weniger schräg auf eine Lichtquelle zu, manche auch von ihr fort, wobei sie menotaktisch einen bestimmten, individuell verschiedenen Winkel zu ihr einhielten. Bei Ausschaltung des Lichtes und Vertikalstellung der Lauffläche werden die Menotaxiswinkel von der Licht- auf die Schwereorientierung transponiert, aber nicht *winkeltreu*,

sondern *proportionstreu*; die Größe der Geotaxiswinkel verhielt sich zu jener der Phototaxiswinkel wie 2:3 (Fig. 10). Bei Laufrichtungen angenähert nach oben oder unten wichen also beim Transponieren die Schwerewinkel von den Lichtwinkeln in der Richtung zur Lotlinie ab, so wie bei unseren Bienen, die den Sonnenwinkel ihres Sammelfluges beim Tanz auf die Schwereorientierung transponieren (Fig. 9)[1].

Abweichungen, die uns bei der Richtungsweisung der Bienen als Mißweisungen erscheinen, sind demnach auch beim Transponieren anderer Insekten zu beobachten und werden sich vielleicht, sobald man nur genauer zusieht, als allgemein gültige Regel erweisen.

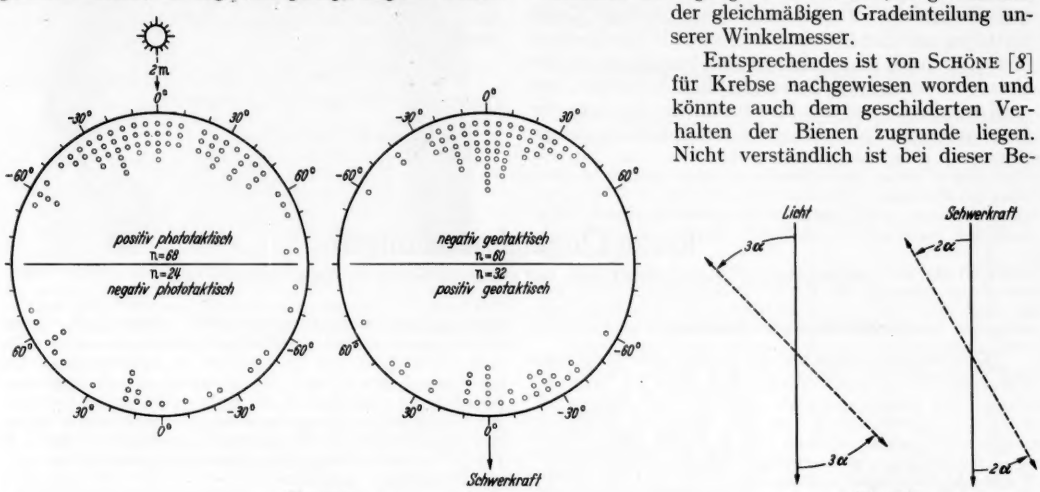



Fig. 10a Fig. 10b

Fig. 10. a Laufrichtungen von Köcherfliegen, *links:* auf horizontaler Fläche relativ zu einer Lichtquelle, *rechts:* auf vertikaler Fläche relativ zur Schwerkraftrichtung, n = Anzahl der Werte im Halbsektor. b Schema des proportionstreuen Transponierens der Köcherfliegen. Der ausgezogene Pfeil zeigt im linken Bild die Lichtrichtung, im rechten die Richtung der Schwerkraft an. Die gestrichelten Pfeile geben die Laufrichtungen an (nach R. JANDER 1960)

Für die Bienen haben wir gezeigt, daß der scheinbare Fehler beim Transponieren des Lichtwinkels auf den Schwerewinkel entsteht und daß er für sie keine „Mißweisung" bedeutet. Sie gleichen ihn beim Rücktransponieren aus und fliegen im richtigen Lichtwinkel. Offenbar *benützen die Bienen beim Übertragen der Lichtwinkel auf Schwerewinkel für diese ein anderes Maß als wir mit der Gradeinteilung unserer Winkelmesser.*

Vergleichbares ist vom Schweresinn der Fische bekannt und physiologisch verständlich (v. HOLST [5]). Manche Fische regeln ihre Gleichgewichtslage sowohl durch den Schweresinn wie auch durch den Lichtsinn (Lichtrückenreflex). Wenn man im Experiment — entgegen den Verhältnissen in freien Gewässern — das Licht seitlich einfallen läßt und dadurch die Schwereorientierung mit der Lichtrückenorientierung in Konflikt bringt, so nimmt der Fisch eine neue Gleichgewichtslage ein, die einen Kompromiß zwischen Licht- und Schwerkraftorientierung darstellt. Durch Variieren des Schwerereizes bei konstantem Lichtreiz konnte v. HOLST zeigen, daß bei zunehmender Neigung der Hochachse (Dorsoventralachse) des Fisches für gleiche Winkelbeträge der Reizzuwachs mit dem Sinus des Neigungswinkels abnimmt (wie zu erwarten ist, wenn die Scherung der Statolithen auf dem Sinnesepithel den wirksamen Reiz darstellt). Wenn wir von der Normallage (Rücken nach oben gerichtet) ausgehen, bedingt also zunächst schon eine geringe Schrägneigung eine starke Reizerhöhung; mit stärkerer Schräglage wird für gleiche Neigungszunahme der Reizzuwachs geringer, die Unterschiedsempfindlichkeit wird daher kleiner. Mit anderen Worten: für den Schweresinn ist die Gradeinteilung, wenn wir von der Normallage ausgehen, im Anfangsbereich eng, und mit zunehmender Neigung wird sie weiter, verglichen mit der gleichmäßigen Gradeinteilung unserer Winkelmesser.

Entsprechendes ist von SCHÖNE [8] für Krebse nachgewiesen worden und könnte auch dem geschilderten Verhalten der Bienen zugrunde liegen. Nicht verständlich ist bei dieser Betrachtungsweise die Umkehr der Winkelabweichungen bei Annäherung an die Horizontale (Fig. 9). Bienen haben mindestens *zwei* Schweresinnesorgane: an der Grenze von Kopf und Thorax sowie an der Grenze von Thorax und Abdomen (LINDAUER und NEDEL [7]). Ob im Zusammenspiel dieser Organe die Lösung für den verwickelten Gang der Mißweisung gelegen ist oder ob sie in anderer Richtung gesucht werden muß, wird sich nur durch weitere Experimente entscheiden lassen.

## *Zusammenfassung*

1. Bei der Richtungsweisung durch den Schwänzeltanz auf der vertikalen Wabe wird der Sonnenwinkel (= Winkel zwischen Azimut der Sonne und Azimut des Zieles) auf das Gebiet des Schweresinnes transponiert, indem die Richtung zur Sonne durch Schwänzelläufe nach oben und ein Winkel nach rechts oder links vom Sonnenstand durch entsprechende Tanzwinkel nach rechts oder links von der Richtung nach oben ausgedrückt wird. Hierbei kommt es zu „Mißweisungen", die einen ausgesprochenen tageszeitlichen Gang haben (Fig. 2).

2. Der Gang der Mißweisung ändert sich mit der Flugrichtung vom Heimatstock zum Ziel (Fig. 3).

3. Bei Tänzen auf horizontaler Wabe bei gleichzeitiger Sonnensicht treten keine Mißweisungen auf

[1]) JANDERS Köcherfliegen liefen nur ausnahmsweise quer zur Lichtrichtung. Wir wissen also nicht, ob sie sich auch im Bereich der angenähert horizontalen Bienentänze so wie diese verhalten würden.

(Fig. 4). Sie entstehen erst beim Transponieren des Lichtwinkels auf den Schwerewinkel als „Übersetzungsfehler".

4. Für die Bienen bedeuten diese scheinbaren Fehler keine Mißweisung. Die verständigten Tiere halten beim Ausflug die Richtung zum Ziel ein (Fig. 6).

5. Die „Mißweisung" ändert sich in ihrem Sinn und in ihrem Ausmaße mit der Tanzrichtung auf der vertikalen Wabenfläche nach einer Regel, die für einen Einzelversuch aus Fig. 7 und für die Gesamtheit unserer Versuche (33 Versuche mit 6759 gemessenen Tänzen) aus Fig. 9 ersichtlich ist. Man kann den Sachverhalt verstehen, wenn man annimmt, daß der Schweresinn der Bienen nach einer anderen Gradeinteilung arbeitet als wir mit unseren Winkelmessern und auch nach einer anderen Gradeinteilung als ihr eigener Lichtsinn. Der Beweis für diese Annahme steht noch aus. Auch läßt sich für Einzelheiten im Gang der Mißweisung zur Zeit keine gesicherte Erklärung geben.

### Literatur

[1] Birukow, G.: Z. vergl. Physiol. **36**, 176—211 (1954). — [2] Birukow, G., u. Russel L. De Valois: Naturwissenschaften **42**, 349/350 (1955). — [3] Braemer, W.: Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. **25**, 413—427 (1960). — [4] Frisch, K. v.: (a) Österr. zool. Z. **1**, 1—48 (1946); — (b) Naturwissenschaften **35**, 12—23, 38—43 (1948); — (c) Experientia [Basel] **5**, 142—148 (1949); — (d) Naturwissenschaften **42**, 377—385 (1955); — (e) „Sprache" und Orientierung der Bienen. Dr. Albert Wander-Gedenkvorlesung, H. 3. Bern u. Stuttgart: Huber 1961. — [5] Holst, E. v.: Naturwissenschaften **37**, 265—272 (1950). — [6] Jander, R.: (a) Z. vergl. Physiol. **40**, 162—238 (1957); — (b) Z. vergl. Physiol. **43**, 680—686 (1960). — [7] Lindauer, M., u. J. O. Nedel: Z. vergl. Physiol. **42**, 334—364 (1959). — [8] Schöne, H.: Z. vergl. Physiol. **36**, 241—260 (1954). — [9] Schweiger, Elisabeth M.: Z. vergl. Physiol. **41**, 272—299 (1958). — [10] Tenckhoff-Eikmanns, Inge: Zool. Beitr., N.F. **4**, 307—341 (1959). — [11] Vowles, D. M.: J. Exp. Biology **31**, 341—355 (1954).

*München 9, Über der Klause 10, und München, Zoologisches Institut, Luisenstraße 14*

Eingegangen am 30. Juni 1961

# Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

## F-absorption due to high pressure

The application of high pressure changes some of the physical properties[1]) of crystals of alkali halides[2]) which are believed to be due to creation of defects in the crystal. It is known that when a crystal of sodium chloride is irradiated with X-rays, colour centres are produced in it. The number of colour centres increases with the increase in the number of defects or imperfections present in the crystal.

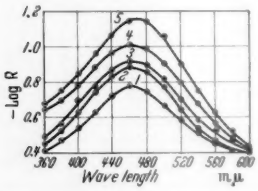



Fig. 1. $-\log R$ as a function of the wavelength of light. ($R$ is the relative reflectance of coloured NaCl with respect to uncoloured NaCl). 1: Powder. 2: $8 \cdot 10^5$ gms./cm². 3: $16 \cdot 10^5$, 4: $24 \cdot 10^5$, 5: $32 \cdot 10^5$ gms./cm²

It is shown[3]), that the optical absorption of a crystal is related to the nature of imperfection or defects present in the crystal. Since application of high pressure creates defects in the crystal, an attempt has been made to find out the relation between optical absorption due to F-band and the applied pressure on the crystal, if any.

Pure powdered sodium chloride was pressed in a stainless steel chamber at different pressures with an electrically operated machine, the pressed specimen being obtained in the form of a thin (5 mm) disc, both the surfaces being smooth. The surface of the thin disc was irradiated with X-rays (14000 R.U.). After coloration, the optical absorption due to the F-band was measured by observing the diffuse reflectance ($-\log R$) of the specimen with a Beckmann spectrophotometer. The area of reflection was the same in all measurements. The results are shown in Fig. 1. It is seen that with the increase of pressure, the maximum of the F-absorption curve increases. The corresponding change in density of the pressed materials was also measured and its variation with pressure is shown in Fig. 2. It appears that as the pressure increases both the optical absorption ($-\log R$) and the density of the material rises similarly. The crystals received the same dosage of X-ray radiation in all the cases. Nevertheless, the optical absorption due to F-band increased. Such an increase can be explained in two ways: firstly the creation of new defects produced by the application of high pressure; secondly the concentration of initial defects in any plane due to compression. If the rise of F-absorption be due to the second reason only, then the ratio $-\log R$/density should not vary with pressure. However in Fig. 3 it is shown that the ratio $-\log R$/density does increase with the increase of applied pressure. Such increase indicates that vacancies produced in the crystal are of negative ion type which trap electrons and give rise to F-absorption.

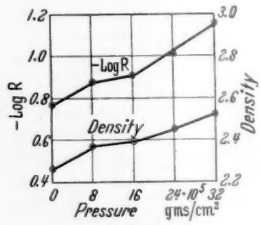



Abb. 2

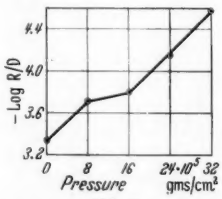



Abb. 3

Fig. 2. $-\log R$ and density of NaCl as functions of the applied pressure

Fig. 3. $-\log R$/Density as a function of applied pressure

The author is indebted to Prof. H. N. Bose for suggesting the problem and to Prof. S. D. Chatterjee for his kind interest in the work.

*Physics Department, Jadavpur University, Calcutta-32, India*

A. Choudhury

Eingegangen am 7. Juni 1961

[1]) Bridgemann, P. W.: Proc. Amer. Acad. Arts Sci. **66**, 255 (1931); **67**, 345 (1932); — Physic. Rev. **38**, 182 (1931). — [2]) Jacobs, R. B.: Physic. Rev. **51**, 999 (1937); **54**, 325 (1938). — [3]) Gibson, R. E., and J. F. Kuicaid: J. Amer. Chem. Soc. **60**, 511 (1938).

## Mikrorisse in Stählen als Folge der mechanischen Zwillingsbildung[1])

Das gemeinsame Auftreten von Deformationszwillingen und Spaltbrüchen im Gefüge ferritischer Stähle gab häufig dazu Anlaß, einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Zwillingsbildung und Rißbildung zu vermuten[2]). Oft werden aber sowohl Spaltrisse ohne Deformationszwillinge als auch Deformationszwillinge ohne Spaltrisse beobachtet. Im besonderen hat sich gezeigt, daß Deformationszwillinge weitgehend plastisch deformierbar sind[3]),[4]). Daraus ist zu schließen, daß die mechanische Zwillingsbildung keine notwendige Voraussetzung für das Auftreten von Spaltrissen ist.

Offen bleibt dagegen die Frage, inwieweit die Zwillingsbildung am Zustandekommen von Spaltrissen beteiligt ist. Die Möglichkeit wird allgemein bejaht, jedoch lassen sich

Gefügeaufnahmen sowohl in dem Sinn deuten, daß ein Zusammenhang zwischen Zwillingsbildung und Spaltbruch besteht, als auch in dem Sinn, daß er nicht besteht. Allein aus der Lage der Zwillingslamelle in bezug auf den Spaltriß läßt

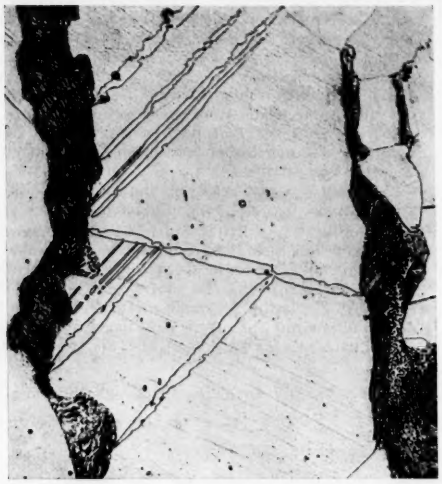


Fig. 1. Perlitrisse und Deformationszwillinge im Gefüge eines unlegierten Stahles (C-Gehalt 0,16%). Zylindrische Zugprobe nach schlagartiger Belastung. Schlaggeschwindigkeit: 25 m/sec; Prüftemperatur: —100° C. Hauptspannungsrichtung in der Bildebene senkrecht. Vergrößerung 450:1

sich nicht schließen, daß der Zwilling den Riß ausgelöst hat; die Spaltebene ist nämlich ebenso wie die Zwillingsebene durch den Gitterbau des Ferrits definiert, und zwar verlaufen die Zwillingslamellen parallel zu (112)-Ebenen, und die Spaltrisse liegen in Würfelflächen.

Fig. 2. Von Deformationszwillingen ausgehende Risse in Richtung der Perlitlamellen. Zylindrische Zugprobe aus unlegiertem Stahl (C-Gehalt 0,22%) nach schlagartiger Belastung. Schlaggeschwindigkeit: 25 m/sec; Prüftemperatur: —140° C. Hauptspannungsrichtung in der Bildebene waagerecht. Vergrößerung 1000:1

Neben Spaltbrüchen gehören Perlitbrüche ebenfalls zu den Mikrorissen, und es erhebt sich auch hier die Frage, ob das Auftreten von Perlitrissen durch mechanische Zwillingsbildung begünstigt wird. Die Deutung der Gefügeaufnahmen ist in diesem Fall vereinfacht, weil zwischen Perlitrissen und Deformationszwillingen keine kristallographischen Beziehungen bestehen.

Die Ausbildung derartiger Mikrorisse wird im wesentlichen durch die Lage der Perlitlamellen in bezug auf die Hauptspannungsrichtung bestimmt[5]). Zeigen Perlitrisse nicht dieses Verhalten, so müssen zusätzliche Einflüsse vorhanden gewesen sein. Wird eine Abweichung bei gemeinsam mit Deformationszwillingen auftretenden Perlitrissen beobachtet, so ist anzunehmen, daß diese Risse durch das Spannungsfeld der Zwillinge ausgelöst worden sind.

In Fig. 1 erkennt man zwei Perlitkörner, zwischen denen sich eine Zwillingslamelle erstreckt. Von beiden Enden der Lamelle ausgehend dringt je ein Riß in den Perlit ein. Diese verhältnismäßig breiten Risse haben eine andere Richtung als die Mehrzahl der übrigen Perlitrisse; außerdem ist nicht wahrscheinlich, daß die beiden Risse unabhängig voneinander entstanden sind. Fig. 2 zeigt Risse in Richtung der Perlitlamellen. Ein derartiger Rißverlauf kommt äußerst selten vor und wurde nur im Zusammenhang mit Zwillingsbildung beobachtet.

An diesen Beispielen ist gezeigt, daß das von Deformationszwillingen herrührende Spannungsfeld Perlitrisse auszulösen vermag. Man darf daher annehmen, daß ein Spaltbruch im Ferrit in der gleichen Weise ausgelöst werden kann.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für die Unterstützung der Arbeit.

*Staatliche Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule, Stuttgart*

KARL WELLINGER und HANS-JOACHIM WITTWER

Eingegangen am 14. Juni 1961

[1]) Teilergebnis aus WITTWER, H.-J.: Diss. Stuttgart 1961. — [2]) KOCHENDÖRFER, A., u. H. SCHOLL: Arch. Eisenhüttenwes. **28**, 483 (1957). Dort weitere Lit. — [3]) GEIL, G.W., u. N.L. CARWILE: Trans. Amer. Inst. Min. Metallurg. Engr. **197**, 213 (1953). — [4]) BUCHHOLZ, H., F. BRAUMANN u. A. EIER: Arch. Eisenhüttenwes. **26**, 337 (1955). — [5]) WELLINGER, K., u. H.-J. WITTWER: Naturwissenschaften **47**, 249 (1960).

## Ein Doppeleinbettungsverfahren zur elektronenmikroskopischen Untersuchung von Textilfasern

Um Querschnitte von Textilfasern elektronenmikroskopisch zu untersuchen, kann man entweder Dünnschnitte anfertigen oder ein Abdruckverfahren anwenden. Im letzten Fall ist es notwendig, das Faserbündel vorher in eine Stützsubstanz (z. B. Epoxydharz) einzubetten, senkrecht zur Faserachse durchzuscheiden und die Schnittfläche zu polieren. Auf dem Abdruck erkennt man dann die Konturen der Faserquerschnitte.

Interessiert man sich für Struktureinzelheiten im Innern der Fasern, dann empfiehlt es sich, die Querschnitte vor dem Auftragen des Abdruckmaterials zu ätzen. Das kann auf chemischem Wege[1]) oder durch Ionenbeschuß[2]) geschehen.

Der vorliegenden Arbeit lag die Aufgabe zugrunde, Hohlräume in Cordseite durch Querschnittsbilder sichtbar zu machen. An Stelle einer Ätzung wurde ein neues Doppeleinbettungsverfahren benutzt. Das Faserbündel wird zunächst sorgfältig entwässert und mit Methylmetacrylat getränkt. Nach dessen Polymerisation wird die Probe in der üblichen Weise in Epoxydharz eingebettet, zerschnitten und poliert (Fig. 1a). Um die Vakuolen dem Abdruck zugänglich zu machen, wird das Methylmetacrylat in der Nähe der Schnitt-

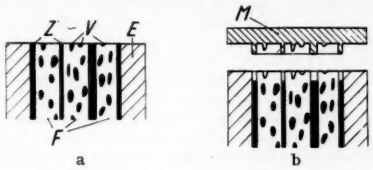



Fig. 1 a u. b. *F* Fasern; *Z* und *V* Faserzwischenräume und Vakuolen, beide mit Methacrylat ausgefüllt; *E* Epoxydharz; *M* Matrize

fläche herausgelöst (Fig. 1b). Als Lösungsmittel eignet sich Benzol, das Cordseide nicht und Epoxydharz nur wenig angreift.

Die Fig. 2 stellt einen Querschnitt von Luftseide dar, einer Cordseite, in deren Innern künstlich Hohlräume erzeugt worden sind. Die Fasern wurden nach dem beschriebenen Verfahren eingebettet und die Abdrücke auf dem Weg über eine im Vakuum thermoplastisch aufgeprägte Polystyrolmatrize gewonnen. Die Vakuolen zeichnen sich auf dem Abdruckbild deutlich als Erhebungen ab. — Das Matrizenmaterial dringt auch in sehr tiefe Hohlräume ein und bildet dort lange, fingerartige Erhöhungen auf der Matrizenfläche. Sie werden beim Bedampfen umhüllt und werfen einen langen Schatten. Das ist im rechten Teil des Bildes an mehreren Stellen deutlich zu erkennen. — Natürlich läßt es sich nicht vermeiden, daß das Methacrylat auch aus den Faserzwischenräumen herausgelöst wird. Jeder Querschnitt ist deshalb auf der Matrize von einem kleinen Wall umgeben (Fig. 1b), und auf dem fertigen Präparat muß man an den Querschnittsrändern bizarre Fetzen der Aufdampfschicht in Kauf nehmen: Am rechten Rand der Fig. 2 liegt ein solcher Lappen über dem eigentlichen Abdruck. Zum Vergleich wird in Fig. 3 der Querschnitt einer nur in Epoxydharz eingebetteten Faser des gleichen Materials gezeigt. Das Einbettungsmaterial hat die Vakuolen ausgefüllt, die Schnittfläche erscheint deshalb im Abdruck glatt. In der rechten oberen Ecke des Bildes ist die Grenze zwischen Faser und Stützsubstanz zu erkennen.

Fig. 2

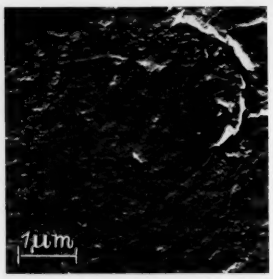



Fig. 3

Fig. 2. Querschnitt von Luftseide nach dem Doppeleinbettungsverfahren; zweistufiger Pt-C-Abdruck

Fig. 3. Querschnitt von Luftseide, einfach eingebettet; zweistufiger Pt-C-Abdruck

Diese Arbeit wurde im Auftrag des VEB Sächsische Kunstseidenwerke „Siegfried Rädel", Pirna/Elbe, durchgeführt. Ich danke dem Werk für seine Hilfe.

*Institut für Experimentalphysik der Technischen Hochschule, Dresden*

MARIA TSCHÖPEL

Eingegangen am 16. Juni 1961

[1]) KASSENBECK, P.: Z. wiss. Mikroskop. **62**, 200 (1954/55). — [2]) KASSENBECK, P.: Melliand Textilber. **39**, 55 (1958).

### Einige Daten über 3 $K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3$

Trägt man in eine $K_2S_2O_7$-Schmelze $K_2CrO_4$-Pulver in kleinen Portionen ein, läßt langsam erkalten und zieht mit $H_2O$ aus, so erhält man hellgrüne, leistenförmige Kristalle (Dicke etwa 0,005 mm, Länge bis zu 0,5 mm) der Zusammensetzung $3\ K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3$. Ähnliche Herstellungsmethoden dieser Verbindung, die in $H_2O$ fast unlöslich ist, wurden schon früher beschrieben[1]). Beim Erhitzen auf 800° C wird die Hälfte des in der Verbindung enthaltenen $SO_3$ abgegeben. Die Zusammensetzung legt die Schreibweise als Komplexsalz $K_3[Cr(SO_4)_3]$ nahe. Diese Verbindung kann nicht das K-Salz der „sechsbasischen Chromotrischwefelsäure" $H_6[Cr_2(SO_4)_6]$ von Recoura sein, da deren Alkalisalze dunkelgrün und in $H_2O$ löslich sein sollen[1]). An den nach obiger Methode erhaltenen Kristallen wurden einige Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse hier kurz mitgeteilt seien.

*Dichte:* Dichtemessungen nach der Schwebemethode ergaben einen Wert von 2,74.

*Optik:* Bei positiver Längsrichtung betrugen die Brechungsindizes $n_x = 1{,}565$ und $n_z = 1{,}601$. Die Auslöschung ist gerade oder fast gerade.

*Röntgenuntersuchungen:* Die Guinier-Aufnahme zeigt ein sehr linienreiches Diagramm, das ohne Einkristallaufnahmen nicht indizierbar ist. Schwenkaufnahmen an Einkristallen um die Nadelachse ($c$-Achse) ergaben, daß keine horizontale Symmetrieebene vorliegt. Aus dem Schichtabstand errechnet sich eine $c$-Achse von 8,80 Å.

Die Weißenberg-Aufnahme der Ebene $(hk0)$ zeigt hexagonale Anordnung der Reflexe. Vertikale Symmetrieebenen fehlen. Unter Zuhilfenahmen der Aufnahmen $(hk1)$ und $(hk3)$ konnte rhomboedrische Symmetrie nachgewiesen werden. Die Auswertung dieser Aufnahmen führte zu folgenden Gitterkonstanten:

| *hexagonal* | *rhomboedrisch* |
|---|---|
| $a = 14{,}82$ Å | $a = 9{,}04$ Å |
| $c = 8{,}80$ Å | $\alpha = 110°08'$ |

Die Guinier-Aufnahme wurde auf mögliche Interferenzen $(000l)$ geprüft. Die einzig nachweisbare Interferenz ist (0006). Die höheren Ordnungen sind wegen der zahlreichen Koinzidenzen mit anderen Reflexen nicht eindeutig. Die Laue-Symmetrie ist $\bar{3}$. Als mögliche Raumgruppen kommen in Frage $R3 - C_3^4$ oder $R\bar{3} - C_{3i}^2$. Mit diesen Zellabmessungen und der oben angegebenen Dichte errechnen sich für die hexagonale Zelle 6 und für die Rhomboederzelle 2 Molekeln $K_3[Cr(SO_4)_3]$. In den Zellen wären somit unterzubringen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *hexagonal* | 18 K | 6 Cr | 18 S | 72 O |
| *rhomboedrisch* | 6 K | 2 Cr | 6 S | 24 O |

Wie die Atome innerhalb der Elementarzelle unterzubringen sind, muß eine spätere Strukturbestimmung ergeben. Eine solche dürfte aber wegen der großen Gitterkonstanten nicht einfach sein.

*Ultrarotuntersuchungen:* Die feingepulverten Kristalle wurden nach der KBr-Methode im Bereich 1 bis 15 µ vermessen. Sehr starke Banden treten bei 8,0, 8,8 und 10,2 µ auf. Eine starke, auffallend scharfe Bande liegt bei 14,2 µ, während im kurzwelligen Bereich sehr schwache Banden bei 4,0, 4,4, 4,7 und 5,0 µ liegen. Nähere Aussagen erlaubt das UR-Diagramm zur Zeit noch nicht, da kein Zusammenhang mit den bisher bekannten UR-Spektren von Sulfaten besteht.

*Weitere Versuche:* Dieselbe Verbindung erhält man auch, wenn man $K_2CrO_4$-Pulver in eine $KHSO_4$-Schmelze einträgt. Die Röntgen- und UR-Diagramme sind identisch, lediglich eine schwache Bande bei 2,9 µ im UR-Diagramm zeigt an, daß geringe Mengen an OH-Gruppen eingebaut sein müssen. Aus einer $Na_2S_2O_7$-$Na_2CrO_4$-Schmelze erhält man die analoge Na-Verbindung mit ähnlichem UR-Diagramm (die Bande bei 14,2 µ ist nach 14,8 µ verschoben), aber anderem Röntgendiagramm.

*Max-Planck-Institut für Silikatforschung, Würzburg*

H. SAALFELD und H. SCHOLZE

Eingegangen am 13. Juni 1961

[1]) Zusammenfassende Literaturübersicht in GMELIN-KRAUT, Handbuch der anorganischen Chemie, Cr-Band, 7. Aufl., S. 411 bzw. 639. Heidelberg: C. Winter 1912.

### Zur Kristallchemie von Schwefel, insbesondere $S_\gamma$

$S_\gamma$ wird durch langsame Sublimation von $S_\beta$ bei 110° C und Kondensation bei etwa 102° C erhalten oder durch Auskristallisation beim Abkühlen von heißem, S-haltigem Alkohol, Toluol, Anilin bzw. Terpentinöl. Die so entstehenden Kristalle sind instabil und haben im Röntgenstrahl eine Lebensdauer von nur wenigen Minuten. Weitaus beständiger sind als Mineral vorkommende Kriställchen von $S_\gamma$ (*Rosickyit*, SEKANINA 1931), die auf der 20 m-Sohle eines Versuchsaufschlusses in erdölführendem Muschelkalk am Gänsberg bei Wiesloch in Baden gefunden wurden (E. SEELIGER 1952/53) und deren Entstehung auf partielle Oxidation sulfidischer Erze durch deszendente Wässer, offenbar mit Erdöl als Lösungsgenossen oder Lösungsmittel, zurückzuführen ist. Diese bis 0,5 mm langen Kristalle waren im Röntgenstrahl bis zu einigen Stunden stabil, sogar bis zu 40 Std, wenn sie vorher in eine Paste von Gummi arabicum und Glyzerin eingebettet wurden; später gingen sie, ebenso wie die künstlichen Kristalle, in eine Pseudomorphose von $S_\alpha$ nach $S_\gamma$ über.

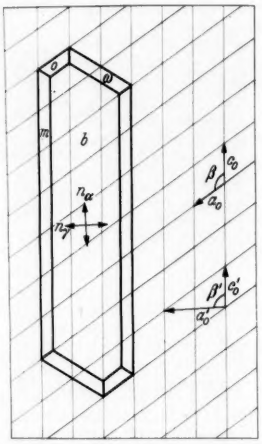



Fig. 1. Kristall von $\gamma$-Schwefel mit $m\ \{110\}$, $b\ \{010\}$, $o\ \{011\}$, $\omega\ \{11\bar{1}\}$

Die von uns erhaltenen Röntgendaten für $S_\gamma$ vom Gänsberg bei Wiesloch sind in der Tabelle mitgeteilt. Der Zellinhalt beträgt 32 S; er wird, wegen des leichten Überganges in $S_\alpha$, sicherlich ebenso wie im $S_\alpha$ in Form von Achterringen vorliegen. Die optische Orientierung, ersichtlich aus Fig. 1, zeigt eine Auslöschungsschiefe von +1 bis 2° gegen $c\,[001]$. Wahrscheinliche Raumgruppe, abgeleitet aus Indizierungen von Weißenberg- und Pulveraufnahmen, ist $C_{2h}^1 - P2/m$. Die errechnete Röntgendichte ist 1,994.

$S_\varepsilon$ kann durch Auskristallisation aus Toluol erhalten werden, wobei möglicherweise eine Impfwirkung (molekulare Epitaxie) der Toluolmolekeln die Entstehung von $S_6$-Ringen fördert.

Tabelle. *Daten zur Kristallchemie von $S_\gamma$ und $S_\varepsilon$*

$S_\gamma$ monoklin-prismatisch, $C_{2h}^1 - P2/m$
$a_0 = 8{,}27$, $b_0 = 13{,}16$, $c_0 = 8{,}50$ Å; $\beta = 112°43^1/_3{}'$;
$a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}629 : 1 : 0{,}645$;
Zellinhalt 32 S bzw. wahrscheinlich 4 ringförmige Molekeln $S_8$.

$S_\varepsilon$ hexagonal-rhomboedrisch, $C_{3i}^2 - R\bar{3}$
$a_0 = 10{,}9$, $c_0 = 4{,}27$ Å; $c_0/a_0 = 0{,}392$;
Zellinhalt 18 S (FRONDEL und WHITFIELD 1950);
in die rhomboedrische Zelle transformiert: $a_{rh} = 6{,}46$ Å,
$\alpha = 115°18'$; Zellinhalt 6 S (J.D.H. DONNAY 1955);
wahrscheinlich liegen Zickzackringe $S_6$ mit der Molekelsymmetrie $C_{3i}$ vor (STRUNZ 1957)

Für Mischkristalle $Se_{55}S_{45}$, die strukturell offenbar $S_\gamma$ entsprechen, haben HALLA, MEHL und BOSCH (1931) $a_0' = 14{,}16$, $b_0' = 13{,}34$, $c_0' = 9{,}40$ kX mit $\beta' = 91°08'$ und $Z = 64$ erhalten (Aufstellung MUTHMANN 1890). Ein interessantes Problem stellt sich mit der Frage, ob in solchen (S, Se)-Mischkristallen gemischte Ringe $(S, Se)_8$ oder zweierlei Ringe $S_8$ und $Se_8$ oder dreierlei Ringe — $S_8$, $Se_8$, $(S, Se)_8$ — vorliegen können.

*Institut für Mineralogie (Kristall-, Mineral-, Gesteinskunde), Technische Universität Berlin, Berlin-Charlottenburg*

H. STRUNZ und E. HERDA

Eingegangen am 12. Juni 1961

## Zur Kristallchemie des Uran-Minerals Davidit

Das radioaktive Mineral *Davidit* (MAWSON, 1906), ein uranhaltiges Eisentitanat, ist im natürlichen Zustand nur metamikt bekannt. In der Literatur beschriebene Rekristallisationsversuche durch Erhitzen führten stets zu mikrokristallinen Aggregaten, deren Debye-Scherrer-Aufnahmen wegen ihres Linienreichtums bisher nicht zu indizieren waren[1], [2]).

Das als *Ferutit* (KAZITSYN, 1954) benannte, gleichfalls radioaktive Mineral aus Mozambique ist nach BANNISTER und HORNE[1]) sowie KERR und HOLLAND[2]) möglicherweise strukturverwandt mit Davidit. Ferutit, der uns zum Unterschied zu Davidit in sehr reinem Zustand zur Untersuchung vorlag, gibt nach einfacher Rekristallisation durch Erhitzen ein mit Davidit identisches Diagramm. Nach Erhitzen mit $B_2O_3$ als Mineralisator konnten wir erfreulicherweise bis zu 0,02 mm große Einkristalle bekommen, mit denen wir sowohl Schwenk- und Laue-Aufnahmen als auch nach dem Pulverisieren Debye-Scherrer-Diagramme herstellen konnten. Da die letzteren mit den Pulverdiagrammen von lediglich durch Erhitzen rekristallisiertem Ferutit und Davidit übereinstimmen, ist die strukturelle Identität mit dem Ausgangsmaterial sichergestellt.

Die Kristalle erwiesen sich als trigonal mit den Gitterkonstanten $a_0 = 37{,}25$ Å und $c_0 = 20{,}70$ Å. Mit der experimentell ermittelten Dichte von 4,54 g · cm$^{-3}$, den genannten Gitterkonstanten und einer Analyse von W. RYAN und P. J. MAPLE[1]) errechnet sich die Formel

$$(U^{4+}, Ce^{4+}, La)_x (Fe^{2+}, Mg^{2+})_{4-x} Ti^{4+}_{10-2x} (Fe^{3+}, Cr^{3+}, V^{3+})_{2x} O_{24} \quad \text{mit } Z = 169,$$

wobei $x \approx 1$ ist. Als vereinfachte Formel ergibt sich

$$UFe_3^{2+}Fe_2^{3+}Ti_8O_{24}.$$

Die stärksten Linien dieser Phase entsprechen den stärksten Linien in einem von BANNISTER & HORNE veröffentlichten Diagramm eines rekristallisierten „*Sefströmits*". Strukturelle Verwandtschaft scheint schließlich mit einem von BANNISTER, CLARINGBULL u. HEY[3]) beschriebenen „*Crichtonit*" zu bestehen, dessen Gitterkonstanten mit $a_0 \approx 37$ Å und $c_0 \approx 21$ Å angegeben wurden.

Die ungewöhnliche Zahl von $Z = 169$ findet eine gewisse Bestätigung darin, daß jede dreizehnte Schichtlinie auf Drehaufnahmen um $a_0$ in ihrer Intensität alle anderen Schichtlinien um ein Vielfaches übertrifft, womit eine Subzelle mit dem Volumen

$$V_s = V/13^2 = V/169 = 442 \text{ Å}^3 \quad \text{und} \quad Z_s = 1$$

für obige Formel wahrscheinlich gemacht und damit $Z = 169$ für die volle Zelle bestätigt wird.

Durch Schmelzen der Oxide $UO_2 + 3\,FeO + Fe_2O_3 + 8\,TiO_2$ (und wenig $La_2O_3$) bei 1300° C unter Stickstoffatmosphäre ist es uns gelungen, Davidit synthetisch herzustellen, was als Bestätigung der obigen Ergebnisse für dieses in seiner bergwirtschaftlichen Bedeutung heute an dritter oder vierter Stelle stehenden primären Uranminerals[4]) gewertet werden darf.

Den Ferutit von Mozambique hat uns freundlicherweise Herr Dr. CLARINGBULL — Mineral Department, British Museum, London — zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle herzlichst gedankt sei.

*Institut für Mineralogie (Kristall-, Mineral-, Gesteinskunde), Technische Universität Berlin, Berlin-Charlottenburg*

B. CONTAG und H. STRUNZ

Eingegangen am 12. Juni 1961

[1]) BANNISTER, F.A., u. J.E.T. HORNE: Min. Mag. **29**, 101 (1950). — [2]) KERR, P.F., u. H.D. HOLLAND: Amer. Mineralogist **36**, 563 (1951). — [3]) BANNISTER, F.A., G.F. CLARINGBULL u. M.H. HEY: Min., Abstr. **12**, 287 (1954). — [4]) BUTLER, J.R., u. R. HALL, Economic Geology **55**, 1541 (1960).

## $^{12}C$- und $^{13}C$-Isotope in Metamorphiten

Im Gailtaler Kristallin sind mehrere kohlenstoffführende Gesteine eingelagert: Kohlenstoffquarzite, Kohlenstoffphyllite sowie Bänderkalke und Marmore mit verschiedenem Grad der Umformung. In diesen Gesteinen wurden elementarer Kohlenstoff und Karbonatkohlenstoff quantitativ bestimmt und die Relation $^{12}C/^{13}C$ festgestellt. Zum Vergleich werden auch Untersuchungsergebnisse von anderen kohlenstoffführenden Gesteinen in die Tabelle eingereiht.

Tabelle. *$^{12}C/^{13}C$-Verhältnis von elementarem und Karbonat-Kohlenstoff* (Stockholm SK)

| Bezeichnung | Graphit | Karbonat |
|---|---|---|
| I. Graphitführender Kalk | 89,81 | 88,78 |
| Graphitführender Kalk | 89,69 | 88,77 |
| Kalk | 89,46 | 88,86 |
| Marmor | 89,04 | 88,66 |
| II. Graphitführender Bänderkalk | 90,84 | 88,80 |
| III. Graphitkarbonatgestein (nach GÜMBEL) | 90,20 | 89,63 |
| Arkoseschiefer | 90,73 | 89,89 |
| Kalksilikatschiefer | 91,07 | 90,05 |
| Konglomerat-Phyllit | 90,71 | 90,20 |
| Phyllit | 91,12 | 89,62 |
| Devonschiefer | 90,73 | 89,32 |

Diese Isotopenverhältnisse lassen sich mit Ergebnissen vergleichen, die eine genetische Deutung ermöglichten[1]). Aus den mitgeteilten Werten ergeben sich begründete Hinweise für die *anorganische* bzw. *organische* Herkunft der Mineralassoziationen. Die Isotopenrelationen im *Karbonat*anteil der Gesteine I (1 bis 4) sind charakteristisch für *marine* Bildungen. Sie liegen zwischen 88,6 und 88,9. Dies läßt auf Ausscheidung in lufthaltigem, zirkulierendem Seewasser schließen. Die Isotopenrelationen von *Graphit* dieser Proben ($^{12}C/^{13}C < 90{,}0$) weisen auf eine starke Fraktionierung hin, die mit der Metamorphose in Zusammenhang gebracht werden kann. Die Werte des graphitführenden Bänderkalkes II (5) von *Reisach* nehmen hinsichtlich der Isotopenrelation eine Mittelstellung ein. Die *Graphit*komponente ist biogener Herkunft, ($^{12}C/^{13}C > 90{,}2$). Die *Karbonat*komponente ist — wie bei I — *marinen* Ursprungs. Die Isotopenrelationen des *graphitischen* Anteils der Proben III (6 bis 11) weisen mit den Fossilresten auf biogenen Ursprung, die der *Karbonat*komponente zeigen eine Zunahme des leichten C-Isotops und weichen damit stark von denjenigen *sedimentärer Kalke* und Marmore ab. Für diese sind die Werte der Gruppe I repräsentativ. Die Fraktionierung der stabilen C-Isotope deutet an, daß das Karbonat dieser Phyllite in stagnierenden Gewässern bei schwach reduktivem Milieu gebildet wurde.

Eine gewisse Sonderstellung in Gruppe III nimmt die Probe 9 ein, denn das Isotopenverhältnis im *Karbonat*anteil könnte bereits als biogene Bildung gedeutet werden. Das Isotopenverhältnis der Graphitkomponente nähert sich dem Werte des Karbonats und weist somit auf syngenetische Entstehung hin.

Weitere Zusammenhänge zwischen Isotopenrelation, Sedimentation, Metamorphose und Petro-Stratigraphie sowie

methodische Hinweise sollen in der ausführlichen Arbeit mitgeteilt werden.

*Institut für Mineralogie der T. H., Darmstadt*
P. PAULITSCH

*Mineralogisches Institut der Universität, Frankfurt*
P. HAHN-WEINHEIMER

Eingegangen am 28. Juni 1961

[1]) HAHN-WEINHEIMER, P.: a) Naturwissenschaften **43**, 324 (1956); — b) Int. Geol. Congr. **21**, 431 (1960). — [2]) PAULITSCH, P.: Gailtal-Kristallin, Verh. Geol. B. A., Wien; **1960**, S. 103.

### Die Konzentrationsabhängigkeit des Sedimentationskoeffizienten

Aus den sich bei verschiedenen Konzentrationen $c$ ($g$ der gelösten Substanz/100 g Lösung) ergebenden Sedimentationskoeffizienten $s$ ist es üblich, den Nullwert dieses Koeffizienten $s_0$ auf folgende Weise zu erhalten: Wenn die untersuchte Substanz mit dem Molekulargewicht $M < 250000$ im Konzentrationsbereich $0{,}25 < c < 1{,}5$ zentrifugiert wird, wird auch für die Extrapolation eine lineare Formel angewandt:

$$s = s_0(1 - kc). \quad k \text{ ist eine Konstante.} \tag{1}$$

Im Falle langer Fäden der Desoxyribonucleinsäure (DNS), $M > 1000000$, wird die Extrapolation nach der empirischen Gleichung von SCHACHMAN[1]) ausgeführt:

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{s_0}(1 + \tilde{k}c). \quad \tilde{k} \text{ ist eine Konstante.} \tag{2}$$

Die Ableitung der Funktion $s = s(c)$ aus der Theorie der Hydrodynamik ist für einen allgemeinen Fall mit einem umständlichen mathematischen Aufwand verbunden. Diese Funktion läßt sich jedoch einfacher erhalten unter der Voraussetzung, daß einheitliche sphärische Teilchen in einer sehr verdünnten Lösung konvektions- und störungsfrei sedimentieren und dabei eine symmetrische Struktur behalten[2]). Unter solchen Umständen ließ sich nach der Berücksichtigung des Rückstromes des Lösungsmittels in einem geschlossenen Behälter die folgende Funktion ermitteln:

$$s = s_0(1 - k_1 c^{\frac{1}{3}} - k_2 c + k_3 c^{\frac{4}{3}} - k_4 c^2 - k_5 c^3).$$
$$k_i\,(i = 1;\ 2;\ 3;\ 4 \text{ und } 5) \text{ sind Konstanten.} \tag{3}$$

Wenn die Lösung auf keine symmetrische Struktur hinweist oder wenn die Molekeln keine Kugeln sind, ändert sich lediglich der Wert der Konstanten $k_i$; die Funktion (3) behält jedoch ihre Form bis auf den Fall, daß eine der Konstanten gleich Null ist. Besonders stark schwanken die Konstanten $k_2$ und $k_4$, die theoretisch sogar negative Werte erhalten können.

Da die Versuche mit der Ultrazentrifuge bei starken Verdünnungen ausgeführt werden, lassen sich die höheren Glieder der Gl. (3) vernachlässigen und praktisch wird nun die Formel (4) angewandt:

$$s = s_0(1 - k_1 c^{\frac{1}{3}} - k_2 c). \tag{4}$$

Nach den experimentellen Umständen während der Sedimentationsversuche kann man die folgenden Fälle unterscheiden:

a) Bei sehr großen und gestreckten Molekeln, wie z. B. bei langen Fäden von DNS, die im Bereich von $0{,}001 < c < 0{,}01$ mit Hilfe der UV-Optik untersucht werden, ist die Konstante $k_1$ sehr groß und $k_1 c^{\frac{1}{3}} \gg k_2 c$. In solchem Falle läßt sich die Gl. (4) noch weiter vereinfachen:

$$s = s_0(1 - k_1 c^{\frac{1}{3}}). \tag{5}$$

Um den Extrapolationswert zu erhalten, soll man $s$ gegen $c^{\frac{1}{3}}$ auftragen.

b) Im Bereich der kleineren und mittleren oder kompakten Molekeln bei den üblichen Konzentrationen von $0{,}25 < c < 1{,}5$ ist $k_1 c^{\frac{1}{3}} \ll k_2 c$. In solchem Falle darf man die alte Formel (1) weiter anwenden, und $s$ soll gegen $c$ aufgetragen werden.

c) Bei Makromolekeln im Bereich von $250000 < M < 1000000$ läßt sich meistens $s_0$ nicht mehr nach der vereinfachten Gl. (1) bzw. (5) bestimmen. In diesem Falle ist die Anwendung der unreduzierten Gl. (4) unentbehrlich.

d) Bei extremen Verdünnungen sind die Differenzen $s_0 - s$ oft kleiner als die experimentellen Fehler. Unter solchen Umständen darf man die gewonnenen $s$-Werte gleich $s_0$ setzen.

Es ist bemerkenswert, daß das Glied $k_1 c^{\frac{1}{3}}$ den intermolekularen Entfernungen entspricht. Die Berücksichtigung dieses Gliedes in der Konzentrationsabhängigkeit erklärt manche Diskrepanzen, die sich in den letzten Jahren bei Messungen nach der translatorischen Viskosität besonders bei großen Molekeln ergaben.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

*Institut für vegetative Physiologie der Universität, Frankfurt a. Main, Ludwig-Rehn-Straße 14* (*Direktor: Prof. Dr.* ERICH HEINZ)
MATATIAHU GEHATIA

Eingegangen am 21. Juni 1961

[1]) SCHACHMAN, H., K.: Ultracentrifugation in Biochemistry, S. 90—103. New York and London: Academic Press 1959. — [2]) GEHATIA, M.: In Vorbereitung.

### Hydrid-Anionenaustauscher

Redoxaustauscher sind feste, unlösliche Oxydations-Reduktionsmittel, die meist reversibel reduziert-oxydiert werden können und regenerierbar sind. Sie lassen sich einteilen in solche mit Hydrierungs- und Dehydrierungsmechanismus (GRIESSBACH, CASSIDY, MANECKE u. a.)

$$H_nR \rightleftharpoons R + nH^+ + ne \qquad n = 1, 2, 3,$$

reiner Elektronenaufnahme und -abgabe[1])

$$R \rightleftharpoons R^{+n} + ne \qquad n = 1, 2, 3$$

und irreversibler Oxydation oxygenierter Anionen wie $SO_3^{2-}$, $S_2O_4^{2-}$, $NH_2 \cdot NH \cdot C \cdot SO_2$[2]).

Ein neuer Typ ist das Anionenaustauschersalz des $BH_4^-$-Anions. Zur Darstellung wird ein stark basischer $OH^-$-Anionenaustauscher mit 10%iger wäßriger $NaBH_4$-Lösung im batch-Verfahren in der Kälte umgesetzt, mit kaltem Wasser, Alkohol und Äther gewaschen. Der $BH_4^-$-Anionenaustauscher kann als irreversibler Redox-Ionenaustauscher angewendet werden. Dabei wird der Hydrid-Wasserstoff nach dem Schema

$$H^- \xrightarrow{-e} 1/2\,H_2\,(\xrightarrow{-e} H^+)$$

zu molekularem oder günstigenfalls positiv geladenem Wasserstoff oxydiert. Das aus Boranat gebildete Borat bleibt am stark basischen Anionenaustauscher haften, kann durch großen Boranat-Überschuß wieder verdrängt und der Redoxaustauscher dadurch in einem Arbeitsgang sehr einfach regeneriert werden.

Der $BH_4^-$-Anionenaustauscher hat von den bekannten Redoxaustauschern die weitaus höchste theoretische Reduktionskapazität[3]) und ist trotz sehr niedrigem Redoxpotential infolge hoher Aktivierungsenergie des $BH_4^-$-Anions gegenüber

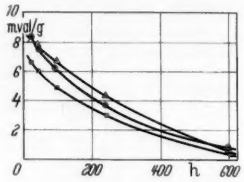



Fig. 1. Abnahme der Reduktionskapazität von $BH_4^-$-Lewatit M 600 (0,4 bis 0,5 mm) mit der Aufbewahrungszeit. 3 g lufttrockener $OH^-$-Lewatit M 600 (0,4 bis 0,5 mm) im batch-Verfahren mit 20 ml wäßriger 35%iger (Kurve —⊙— und —⊡—) bzw. 10%iger (Kurve —△—) $NaBH_4$-Lösung in drei Portionen behandelt, gewaschen und an der Laborluft aufbewahrt; Kurve —⊡— jedoch ausgehend von der $Cl^-$-Form. Kapazitätsbestimmung an 200 mg Harzeinwaage. *Abszisse:* Aufbewahrungszeit [h]. *Ordinate:* Gesamt-Reduktionskapazität [mval/g lufttrockenes Harz]

Luftsauerstoff in der reduzierten Form an der Luft relativ gut beständig. Im $BH_4^-$ treffen auf 1 Ionenaustauschäquivalent 4 bzw. 8 Reduktionsäquivalente. Die Reduktionskapazität des $BH_4$-Anionenaustauschers beträgt daher das 4- bzw. 8-fache der Kapazität des Anionenaustauschers. Das sind bei 3,5 mval/g getrocknetem Anionenaustauscher 14 bzw. 28 mval e/g. Die experimentelle Gesamt-Reduktionskapazität[3]) wird gasvolumetrisch über dem mit Säure schematisch nach

$$BH_4^- - R + 2\,H_2O \longrightarrow BO_2^- - R + 4\,H_2$$

entwickelten Wasserstoff gemessen. $BH_4^-$-Lewatit M 600 (0,4 bis 0,5 mm) ergab nach 1 Tag Trocknen an der Luft noch 8,4 mval e/g lufttrocknes und 10,7 mval e/g getrocknetes Harz. Nach Fig. 1 nimmt die Gesamt-Reduktionskapazität erst nach 200 bis 250 Std Aufbewahrung an der Laborluft auf die Hälfte ab.

Bei Anwendung zu Reduktionen stört häufig die Wasserstoffentwicklung den Säulenbetrieb, z.B. bei der Reduktion von Kupfer(II)-Ionen zum Metall in wäßriger Lösung. Bei der Oxydation zum $H^+$ sowie der Kupferreduktion in bestimmten organischen Lösungsmitteln gelang jedoch ein Säulenbetrieb fast ohne Gasentwicklung. Der $BH_4^-$-Anionenaustauscher hat für Reduktionen der präparativen Chemie[4]) gegenüber $NaBH_4$ den Vorzug, daß die behandelte Lösung in der Regel nicht durch das Reagenz verunreinigt wird und eine anschließende Reinigung entfällt. Er kann ferner in geeigneten Medien als unlöslicher, potentieller Wasserstofflieferant dienen, der die Lösung unter schwacher $H_2$-Atmosphäre hält, ohne sie zu verunreinigen. Es wurde auch $OH^-$-Anionenaustauscherpapier in Form von Bögen, Streifen und Plättchen mit $BH_4^-$ beladen und als an der Luft relativ beständiges unlösliches „Reduktionspapier" mit hoher Reduktionskraft zur Ausführung der Reduktionschromatographie[5]) verwendet.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir vielmals für Unterstützung der Arbeit.

*Chemisches Institut der Universität, Marburg a.d.Lahn*

BRUNO SANSONI und OTTO SIGMUND

Eingegangen am 6. Juni 1961

[1]) SANSONI, B., u. O. SIGMUND: Angew. Chem. **73**, 299 (1961); vgl. auch ARIMOTO, F.S., u. A.C. HAVEN: J. Amer. Chem. Soc. **77**, 6295 (1955). — [2]) SANSONI, B., u. K. DORFNER: Angew. Chem. **71**, 160 (1959). — [3]) Definition der Redoxkapazitäten bei B. SANSONI, Vortrag Symposium „Anomale Vorgänge an Austauschadsorbentien", Weimar 13.—15. 4. 1961, Akademie-Verlag Berlin (im Druck). — [4]) GAYLORD, N.G.: Reduction with Metal Hydrids. New York: Interscience Publ. 1956; NÖTH, H.: Angew. Chem. **73**, 371 (1961). — [5]) SANSONI, B.: Vortrag Chem. Ges. Marburg/Lahn 29. 1. 1960 u. GDCH-Hauptversammlung Stuttgart 1960; Angew. Chem. **72**, 569 (1960); Reduktionschromatographie an Eisenpulver vgl. GÓRSKI, A., u. F. KŁOCZKO: J. Chromatograph. **2**, 634 (1959).

## Einwirkungen von Metallionen auf Säure-amide und -imide und die der Desaminierung zugrunde liegenden Reaktionsmechanismen unter Mitberücksichtigung von Ringöffnungs- und Ringschluß-Reaktionen *)

I. Die Desaminierung von Säureamiden kann durch Metallionen beschleunigt werden[1]). Das Optimum der Katalyse liegt im schwach alkalischen $p_H$-Bereich.

II. 1. Leicht gelöst wird die C—N-Bindung: a) bei den Amiden zweibasischer Säuren, vornehmlich bei denen der Malon- und Bernsteinsäure, b) beim Asparagin (geringfügiger beim Glutamin), c) bei Amiden mit Hydroxygruppen, d) bei dem zwei- und dreifach chlorsubstituierten Acetamid (nicht beim Monochloracetamid).

2. Langsam verläuft die Desaminierung bei den Amiden einbasischer Säuren ohne weitere funktionelle Gruppen sowie bei einigen einfach halogensubstituierten Verbindungen.

III. Der Vergleich einer großen Reihe von Metallionen hinsichtlich ihrer katalytischen Wirkung auf das Substrat Salicylsäureamid läßt stärkere Aktivität erkennen:

1. bei den Ionen der 4. Nebengruppe des Periodensystems,
2. bei einigen Ionen der Lanthaniden, vorwiegend beim 3- und 4-wertigen Cer.

Mit abnehmender Basizität der Metallionen (d.h. mit zunehmendem elektrophilem Charakter) wird im allgemeinen eine Zunahme der katalytischen Aktivität beobachtet.

Bemerkenswert ist der Wirksamkeitsunterschied von Lanthan-Ionen gegenüber Substraten bestimmter chemischer Konstitution: Während Asparagin, die Amide zweibasischer Säuren und Chloracetamide gut katalytisch gespalten werden, ist bei Substraten mit Hydroxygruppen bei Gegenwart von Lanthan-Ionen kaum ein Umsatz zu beobachten. Cer(III)-Ionen, deren Aktivität im allgemeinen in der gleichen Größenordnung liegt wie die des Lanthans, spalten andererseits diese Substrate sehr gut.

Diese Beobachtungen deuten auf einen spezifischen Einfluß der OH-Gruppen im Reaktionszwischenprodukt hin.

IV. Die ganz verschiedene Auswirkung von Substituenten in Säureamiden bei deren metallionenkatalytischer Spaltung führt zu einer Diskussion über die der Metallionenkatalyse zugrunde liegenden Reaktionsmechanismen.

1. Besonders leicht erliegen Substrate mit Hydroxygruppen, in denen die Koordinationsstellen in 1,2- oder 1,3-Stellung angeordnet sind, der metallionenkatalytischen Desaminierung. Natur und Stellung des OH-Substituenten lassen den Schluß zu, daß er in zweifacher Weise an der katalysierten Reaktion beteiligt ist; einmal vermag er auf Grund eines induktiven Effektes eine positive Partialladung am Carbonylkohlenstoff zu verstärken, zum anderen dürfte er aber auch — wie sich aus unseren Ergebnissen herleiten läßt — die Affinität des Substrates zu den Metallionen erhöhen. Wir nehmen an, daß die Hydroxygruppe eine Vergrößerung der Konzentration an Reaktionszwischenprodukt in der Weise begünstigt, daß sie an dessen Ausbildung unmittelbar, d.h. über eine direkte Bindung an das Metallion, beteiligt ist. Im Falle dieser Substrate vertreten wir die Ansicht, daß im Reaktionszwischenprodukt Chelatstrukturen von maßgebender Bedeutung sind. Die Möglichkeit der Entstehung stabilerer 5- oder 6-gliedriger Ringe dürfte die von Natur aus nicht sehr große Donatorkraft der Säureamidgruppe kompensieren. Solche chelatbildenden Gruppen sind an der katalytischen Spaltung der Substrate in zweifacher Weise beteiligt: erstens bewirken sie die Ausbildung von mehr Reaktionszwischenprodukt über Chelatstrukturen, und zweitens wird in dieser Zwischenverbindung — bedingt durch ihre verhältnismäßig gute Stabilität — der Einfluß dieser chelatbildenden Gruppen auf die Labilisierung der C—N-Bindung sich in erhöhtem Maße auswirken, da wir im Falle dieser stabileren Strukturen mit einer bevorzugten Elektronenverschiebung in Richtung auf das Metallion zu rechnen haben. (Es resultiert eine stärkere positive Partialladung am Carbonylkohlenstoff.)

2. In gleicher Weise lassen die Stellung der primären Aminogruppe und der Charakter ihres Stickstoffatoms im Asparagin den Schluß zu, daß die Beschleunigung der Hydrolyse der Säureamidbindung durch die Metallionen auf die Ausbildung von Chelatstrukturen zurückgeführt werden kann.

3. Chelate können über Halogenatome nicht gebildet werden. Einfache Chlorsubstitution bei den Amiden der Benzoesäure und Essigsäure führt zu keiner wesentlichen Beschleunigung der Desaminierung bei Gegenwart der Metallionen. Bei einer größeren Zahl dieser acidifizierenden Substituenten in der Acetamidmolekel — im Di- und Trichloracetamid — ist die C—N-Bindung dieser Substrate genügend labilisiert, so daß die Metallionen die Zerlegung der C—N-Bindung gut zu beschleunigen vermögen. Die Wirkung der Substituenten besteht im Falle dieser Substrate nicht in einer Erhöhung der Affinität des Substrates zu den Metallionen. Der katalytischen Desaminierung dieser Cl-substituierten Verbindungen muß ein anderer Reaktionsmechanismus zugrunde liegen. Voraussichtlich üben die Metallionen einen zusätzlichen polarisierenden Effekt — neben dem der Chloratome — aus, der vermutlich über den Carbonylsauerstoff, als dem Ort der stärksten Basizität der Säureamidgruppe, geht.

V. Auch die Säureimidbindung im Succinimid und Tetrahydrophthalimid kann metallionenkatalytisch zerlegt werden *(Ringöffnung)*.

VI. Die katalytische Beschleunigung einer *Ringschlußreaktion* — der Lactamisierung der Glutaminsäure — durch die Ionen des 3- und 4-wertigen Cers sowie des Zirkoniums und des Thoriums eröffnet Ausblicke auf einen neuen Wirkungsbereich dieser Ionen. Die durch Chelatbildung bedingten Ladungsverschiebungen dürfen auch bei dieser Reaktion als Ursache der katalytischen Wirkung der Metallionen angesehen werden.

*Institut für Pharmazie und Lebensmittelchemie der Universität, München*

EUGEN BAMANN, HARALD MÜNSTERMANN und HEINZ TRAPMANN

Eingegangen am 19. Juni 1961

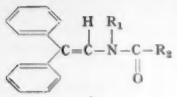
*) XXIX. Mitteil. in der von E. BAMANN u. Mitarb. begonnenen Untersuchungsreihe; XXVIII. Mitteil.: Arch. Pharmaz. Ber. dtsch. pharmaz. Ges. (im Druck). Vgl. auch BAMANN, E., H. TRAPMANN u. A. ROTHER: Naturwissenschaften **44**, 232 (1957); MÜNSTERMANN, H.: Diss. Univ. München 1961.

[1]) Für die Untersuchungen dienten uns chromatographische Verfahren, die an anderer Stelle beschrieben werden.

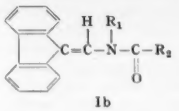
## Über Reaktionen von Diarylacetaldehyden mit Säureamiden

Diarylacetaldehyde, z.B. Diphenylacetaldehyd oder Formylfluoren, setzen sich in guten Ausbeuten in Anwesenheit saurer Katalysatoren (p-Toluolsulfonsäure, Schwefelsäure) mit Säureamiden zu verschiedenen Kondensationsprodukten um, wenn man das entstehende Reaktionswasser mit Hilfe von Schleppmitteln (Benzol, Toluol) abdestilliert. Wie wir fanden, entstehen nach dieser Methode bei Einsatz von

aliphatischen Säureamiden, Urethanen oder Harnstoffabkömmlingen vorwiegend N-Acyl-enamine (Ia, Ib):

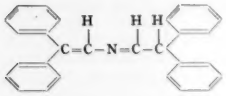


Ia

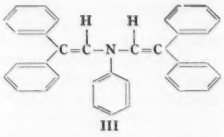


Ib

Ameisensäureamide reagieren unter gleichen Bedingungen zu kristallinen Substanzen vom Typus II oder III:

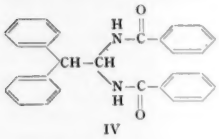


II



III

Amide aromatischer Säuren dagegen ergeben häufig Substanzen folgender Struktur (IV):



IV

Beispiele zu Ia und Ib: Reaktionsprodukt aus Diphenylacetaldehyd und Acetamid ($R_1=H$, $R_2=CH_3$): ber. C 81,00; H 6,37; N 5,90; gef. C 81,26; H 6,50; N 6,11%. UV-Spektrum: $\lambda_{max}=$ 280 mμ (Methanol); Schmp.: 164° C.

Reaktionsprodukt aus Formylfluoren und N,N-Dimethylharnstoff ($R_1=CH_3$, $R_2=NHCH_3$): ber. C 77,25; H 6,10; N 10,60; gef. C 77,31; H 6,09; N 10,56%. UV-Spektrum: $\lambda_{max}$ = 328 mμ (Methanol); Schmp.: 152° C.

Reaktionsprodukt aus Diphenylacetaldehyd und Äthylurethan ($R_1=H$, $R_2=OC_2H_5$): ber. C 76,38; H 6,41; N 5,24; gef. C 76,40; H 6,51; N 5,61%. UV-Spektrum: $\lambda_{max}$ = 275 mμ (Methanol); Schmp.: 70° C.

Reaktionsprodukt aus Diphenylacetaldehyd und Caprolactam ($R_1+R_2=(CH_2)_5$): ber. C 82,44; H 7,21; N 4,81; gef. C 82,31; H 7,35; N 5,07%. UV-Spektrum: $\lambda_{max}$ = 280 mμ (Methanol); Schmp.: 131° C.

Beispiel zu II: Reaktionsprodukt aus Diphenylacetaldehyd und Formamid: ber. C 90,07; H 6,20; N 3,73; gef. C 89,78; H 6,35; N 3,80%. UV-Spektrum: $\lambda_{max}$ = 285 mμ (Methanol); Schmp.: 135° C.

Beispiel zu III: Reaktionsprodukt aus Diphenylacetaldehyd und Formanilid: ber. C 90,83; H 6,05; N 3,12; gef C 90,53; H 5,94; N 3,27%. UV-Spektrum: $\lambda_{max}$ = 365,330 mμ (Dioxan); Schmp.: 242° C.

Beispiel zu IV: Reaktionsprodukt aus Diphenylacetaldehyd und Benzamid: ber. C 79,98; H 5,75; N 6,66; gef. C 80,28; H 6,05; N 6,65%. UV-Spektrum: $\lambda_{max}$ = 223 mμ (Dioxan); Schmp.: 254 bis 258° C.

*Institut für Pharmazeutische Chemie und Lebensmittelchemie der Universität, Marburg a.d.Lahn*

FRITZ EIDEN und BHUPATIRAM S. NAGAR

Eingegangen am 14. Juni 1961

## Chemiluminescence of Non-cyclic Hydrazides (Relationships between Structure of Hydrazides and Chemiluminescent Power) *)

The relationships between position or kind of substituted groups in the phenyl group of phthalhydrazide and chemiluminescent power were made clear up by DREW and his coworkers[2]). Although it has already known that dianthranyl hydrazine (non-cyclic hydrazide) also exhibits chemiluminescence[3]) by oxidation, in presence of aqueous alkali, with hydrogen peroxide, there is as yet no report connected with relationships between the structure of these non-cyclic hydrazides and the chemiluminescent power. Hereupon, in order to know the indispensable partial structure in substituted monobenzoyl hydrazines for exhibition of chemiluminescence, the luminescent intensities of several substituted hydrazines were measured.

The measurements were carried out by using some parts of spectrophotometer, the absorption cells of 10 mm thickness were used as container of luminescence solution, and the "luminescent intensity-time curves" were recorded by photomultiplier and recorder attached to the photometer. The cell's chamber was kept at $50 \pm 0{\cdot}5°$ C during the measurements by circulation of hot water. In this apparatus, the relation between the step number of change for transformation of the photomultiplier and indicated graduation of the recorder is shown as: $I = I_0 \times K^n$, where $I$ an d$I_0$ are respectively converted and measured luminescent intensity, $K$ is a constant (at 320∼680 V of the photomultiplier, $K$ is 2·0 to 2·2), $n$ is the step number of change for transformation of the photomultiplier. Therefore all "luminescent intensity time curves" were measured at a suitable voltage for each substance, and these were converted at 970 V of photomultiplier, in order to make out a figure.

The optimum conditions for monoanthranyl hydrazine were first found and the other hydrazides were tested with the same molecular proportions of reagents: $5 \times 10^{-5}$ moles of each hydrazide were dissolved in 4·5 ml of 1·0 F sodium carbonate, and then $1{\cdot}7 \times 10^{-4}$ moles/0·5 ml of hydrogen peroxide were added.

The existence of a chemiluminescent power and the relative intensity of each substituted hydrazine are shown in the Table, and Fig. 1, and the luminescent intensity of substituted phthalhydrazides is shown too in the same scale for comparison.

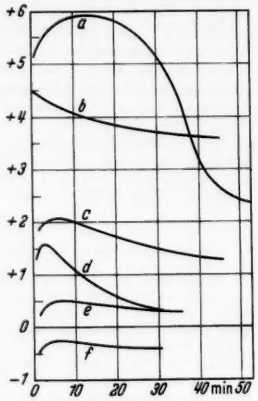
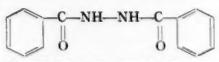
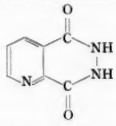
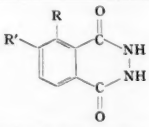
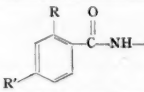
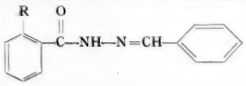



Fig. 1. Comparison of the chemiluminescent power of cyclic and non-cyclic hydrazides (see Table). Ordinate: Logarithm of luminescent intensity (indicated graduation of the recorder). Abscissa: time. As for the signification of the curves *a*, *b* ... *f*, see the table

The $-NH_2$, and $-OH$ at the ortho position in the benzoyl hydrazine give chemiluminescent power to the benzoyl hydrazine, whereas that of the para position give no luminescent power. The fact suggests that the luminescent power of these substances was affected by ortho effect of the substituted groups rather than mesomeric effect of these.

Table

| Hydrazides | | | Chemiluminescence | Curve in Fig. 1 |
|---|---|---|---|---|
|  | | | – | |
|  | | | – 3) | |
|  | R = $NH_2$ | R′ = H | + | a |
| | H | $NH_2$ | + | b |
| | H | H | + 2) | c |
|  | R = $NH_2$ | R′ = H | + | d |
| | H | $NH_2$ | – | |
| | OH | H | + | e |
| | H | OH | – | |
| | H | H | – | |
|  | R = OH | | + *) | f |
| | $NH_2$ | | ? **) | |

*) Very weak. — **) Insoluble in alkaline solution.

The phthalhydrazide exhibits chemiluminescence, but the dibenzoyl hydrazine has no luminescent power, nevertheless the dibenzoyl hydrazine is regarded as of similar structure with phthalhydrazide. It is clear that one enhancing effect for chemiluminescence is the formation of cyclophthalhydrazide.

The author is grateful to Dr. T. YOSHINO (Kyushu Univ.) for his helpful advice, and to Mr. K. MORIMOTO for his assistance in this work.

*Department of Chemistry, Aichi Gakugei University, Okazaki (Japan)*

HEIJIRO OJIMA

Eingegangen am 8. Juni 1961

[1]) Paper X in a series on the study of chemiluminescence of phthalhydrazide derivatives. — [2]) DREW, H. D. K., and F. H. PEARMAN: J. Chem. Soc. [London] **1937**, 586. — [3]) YOSHINO, T.: J. Chem. Soc. Japan, Pure Chem. Sect. (Nippon Kagaku Zasshi) **81**, 173 (1960).

### Zur Bildung von Brookit

Die Bildung von Brookit neben Anatas ist bei der Hydrolyse von Titansäureestern beobachtet worden[1]),[2]). Angaben über die Entstehung des Brookits, seine Bildung entweder gleichzeitig mit dem Anatas oder durch Umwandlung von Anatas, fehlen aber bisher. Nach der Paulingschen Regel sollte die Stabilität der Modifikationen des Titandioxids in der Reihenfolge Anatas-Brookit-Rutil zunehmen, Brookit also stabiler als Anatas sein. Eine Umwandlung von Anatas in Brookit wäre hiernach also denkbar.

Bei der Herstellung von Titandioxid-Gelen durch Hydrolyse von alkoholischen Titantetraäthylatlösungen bei Zimmertemperatur wurde nun beobachtet, daß die röntgenamorphen Produkte, wenn sie unmittelbar nach dem Fällen und Auswaschen bei 600° C getempert worden waren, im Röntgendiffraktometer stets nur die Interferenzen der Anatas-Modifikation zeigten. Dagegen konnte in den gleichen Hydrolyseprodukten nach längerer Lagerung bei Zimmertemperatur und anschließender Temperung bei 600° C in steigender, von der Lagerungszeit abhängiger Menge, röntgenanalytisch Brookit nachgewiesen werden. Die Intensität der Anatas-Interferenzen nahm entsprechend ab. Die Brookitbildung war vom Wassergehalt der Hydrolyseprodukte abhängig. Präparate, die gleich nach der Fällung auf einen Wassergehalt von weniger als 30% getrocknet worden waren, zeigten auch nach monatelanger Lagerung und anschließender Temperung bei 600° C nur die Anatas-Interferenzen. Aus den Versuchsergebnissen wird geschlossen, daß bei der Hydrolyse Partikeln mit Anatas-Nahordnung entstehen, die sich bei Anwesenheit einer genügend großen Wassermenge in Nahordnungsbereiche mit Brookit-Struktur umwandeln können. Die anschließende Temperung der Produkte wirkt lediglich wie eine „Entwicklung", d.h., die in ihrer Struktur vorgegebenen Nahordnungsbereiche rekristallisieren zu größeren Ordnungsbezirken. Eine vollständige Umwandlung des Anatas in Brookit ist bisher nicht gelungen. Die Rolle des Wassers bei der Umwandlung ist noch nicht geklärt. Die Untersuchungen werden fortgesetzt. Fräulein E. LEHMANN danke ich für die Unterstützung bei den Versuchen.

*Institut für Anorganische Chemie der Freien Universität, Berlin-Dahlem (Direktor: Prof. Dr. K. F. JAHR)*

H. KNOLL

Eingegangen am 7. Juni 1961

[1]) GLEMSER, O., u. E. SCHWARZMANN: Angew. Chem. **68**, 791 (1956). — [2]) KNOLL, H., u. U. KÜHNHOLD: Naturwissenschaften **44**, 394 (1957).

### Darstellung von Gallium-tri-n-propyl

Durch Grignardierung von n-Propylchlorid und Umsetzung mit wasserfreiem, dreifach sublimiertem $GaCl_3$ in absolutem Äther wurde Gallium-tri-n-propylätherat erhalten, das analog den niederen Indiumalkylen[1]) durch Vakuumdestillation aus der Reaktionsmischung entfernt wurde. Dabei trat eine erhebliche Ätherabspaltung auf. Völlig frei von Äther wurde das Gallium-tri-n-propyl durch Destillation bei Normaldruck erhalten.

Es ist eine farblose, lichtbrechende Flüssigkeit von unangenehmem Geruch und raucht stark an der Luft, ohne sich jedoch zu entzünden. Tropft man einen Tropfen der Substanz auf ein Filtrierpapier in reiner Sauerstoffatmosphäre, erfolgt eine heftige Explosion unter Feuererscheinung. Bei Wassereinwirkung reagiert die Substanz sehr heftig unter Entwicklung von Propan.

Die Verbindung ist leicht löslich in Äther, Benzol, Petroläther, Chloroform und Tetrahydrofuran. Sämtliche Untersuchungen wurden mit völlig trockenem und sauerstofffreiem Stickstoff als Schutzgas durchgeführt.

$Kp_{760} = 184°$ C; $Kp_{14} = 75°$ C.

*Analyse:* Ber. Ga 35,04%, C 54,32%, H 10,64%. — Gefunden: Ga 35,33%, 35,17%, C 54,3%, 54,4%, H 10,5%, 10,7%. Molekulargewicht (in Benzol) berechnet: 199; gefunden: 202, 204, 194.

Analoge Verbindungen von Gallium und Indium werden bearbeitet.

*Institut für Anorganische Chemie der Technischen Hochschule, Braunschweig*

H. HARTMANN und H. LUTSCHE

Eingegangen am 23. Juni 1961

[1]) RUNGE, F., W. ZIMMERMANN, H. PFEIFFER u. I. PFEIFFER: Z. anorg. Chem. **267**, 39 (1951).

### Die Struktur des n-Propylalkohols

Bei der Beugung von mittelschnellen Elektronen am Dampf des n-Propylalkohols erhielten wir acht Maxima oder Minima mit den $ks$-Werten:

Max.: (1) $3{,}18 \pm 0{,}12$, (2) $5{,}60 \pm 0{,}16$, (3) $8{,}89 \pm 0{,}25$, (4) $13{,}29 \pm 0{,}26$,

Min.: (2) $4{,}27 \pm 0{,}16$, (3) $7{,}71 \pm 0{,}17$, (4) $13{,}29 \pm 0{,}26$, (5) $14{,}80 \pm 0{,}30$.

Hierin ist $s = 2 \sin \vartheta/2$, $\vartheta$ der Streuwinkel und $k = 2\pi/\lambda$. Die Elektronenwellenlänge $\lambda$ lag zwischen 0,047 und 0,050 Å, die Kameralänge war um 205 mm. Die angegebenen $ks$-Werte sind die Mittelwerte von 31 Aufnahmen. Sie wurden zum überwiegenden Teil mit Sektoren gemacht, die $s^{-2}$, $s^{-3}$ im Gesamtbereich oder $s^{-3}$ im Bereich kleiner Winkel kompensieren. — Den Strukturberechnungen legten wir folgende Abstands- und Winkelwerte zugrunde: CC = 1,549 Å, CO = 1,434 Å, CH = 1,090 Å, OH = 0,937 Å, Tetraederwinkel: <CCC, <HCH, aber <COH = 105° 56′. Die übrigen Längen folgen aus diesen Werten.

In den ersten orientierenden Berechnungen wurden die H-Atome vernachlässigt. Trotzdem hatte bei verschiedenen $C_1C_2C_3$-Anordnungen (s. unten) das gut ausgeprägte zweite Maximum nahezu die gleiche Lage, woraus zu schließen ist, daß die genannten Abstände und Winkel ziemlich richtig gewählt sind. Andererseits ließen sich aber die anderen Extrema mit keiner Kurve der offenbar zu stark vereinfachten Modelle zur Deckung bringen.

In der Molekel des n-Propylalkohols finden sich zwischen den 12 Atomen nun nicht, wie zuerst probeweise angesetzt, 6, sondern 28 verschiedene Atomabstände. Jeder davon liefert mit der Periode $a \sin bx/(bx)$ einen Beitrag zur Gesamtstreukurve, der sich am zweckmäßigsten durch den Faktor $a$ beurteilen läßt. Er ist das Produkt aus dem Streuvermögen (StV) der beiden Atome, die die Periode bilden, und der Häufigkeit, mit der sie in der Molekel auftritt. $a$ kann daher als das StV einer Periode bezeichnet werden. Aus der Tabelle der StV aller 28 Perioden entnimmt man nun, daß die Periode des kurzen OH-Abstandes 1/5 des StV einer Periode des CC-Abstandes mit 1,549 Å besitzt, und daß das StV aller Perioden von CH = 1,090 Å zusammen um etwa 12% größer ist als das der CC-Periode von 1,549 Å. Ferner sieht man, daß man mit der Vernachlässigung der H-Atome 48,4% des StV der ganzen Molekel vernachlässigt. Das strukturchemisch wichtigste Problem des n-Propylalkohols, nämlich die Frage, ob um die $C_2C_3$-Achse freie Drehbarkeit besteht oder nicht, läßt sich auf Grund von so groben Vereinfachungen nicht lösen. Unsere verfeinerten Berechnungen an den Modellen mit freier Drehbarkeit, mit trans-Stellung, mit cis-Stellung, mit $H_2O_2$-Struktur und als Mischung 1:1 von trans- und cis-Stellung beruhen auf der folgenden Überlegung. Alle diese Modelle haben eine Gruppe A von Perioden, die unabhängig von diesen Stellungen sind, und eine Gruppe B, deren Perioden sich jeweils mit dem Modell ändern. Die dazugehörigen Summen der StV verhalten sich $A:B = 10{,}2:3{,}4$. Bei zwei Modellen wurden die Rechnungen soweit getrieben, daß sich $A:B = 9{,}9:2{,}8$ verhält, ferner wurden von denselben Modellen die bedeutend leichter durchführbaren Rechnungen bis $A:B = 9{,}9:1{,}3$ ausgeführt. Der Vergleich zeigt, daß die Unter-

schiede zweier Kurven desselben Modells nach Maßgabe der vorliegenden Meßwerte unwesentlich sind, daß andererseits die Abweichungen in den Kurven zweier verschiedener Modelle, auch wenn man nur mit dem StV 1,3 an Stelle von 2,8 bzw. 3,4 rechnet, groß genug sind, um zwischen den Modellen zu unterscheiden. Wendet man die damit als geeignet und zulässig befundene Approximation $A:B = 9{,}9:1{,}3$ auf alle oben genannten Modelle an, so ergibt sich, daß die Modelle mit freier Drehbarkeit, die cis-Stellung, die $H_2O_2$-Struktur oder die Mischung nicht vorliegen, sondern daß der trans-Stellung einwandfrei der Vorzug gebührt, weil deren Streukurve als einzige eine gute Übereinstimmung mit dem Experiment, nämlich in 7 von 8 möglichen Extremis aufweist. Der nicht übereinstimmende Meßwert ist das erste Maximum; die Abweichung ist möglicherweise durch die Streuung an den Atom- und Bindungselektronen hervorgerufen, die bei den bisherigen Rechnungen nicht berücksichtigt worden ist. Über den Gang der Strukturbestimmung werden wir an anderer Stelle ausführlich berichten.

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*
NOUR ELDIN ABDEL AZIZ und F. ROGOWSKI

Eingegangen am 10. Juni 1961

## Photochemical Oxidative Degradation of Phenols Using Vanadium (V) as Oxidant

It is known for a long time that vanadium pentoxide solution becomes markedly photosensitive[1]) when immersed in glycerol, benzaldehyde, mannitol, tartaric acid, citric acid etc., but no particular attempt seems to have been made to investigate this photochemical reaction towards quantitative estimation. Recently in these laboratories an interesting observation was made during the studies involving the photosensitized oxidation of mandelic acid with vanadium (V)[2]) and cerium (IV)[3]). It was observed that mandelic acid undergoes stepwise degradation to benzaldehyde, benzoic acid and fumaric acid depending upon the conditions of study. This observation shows that the benzene ring is ruptered in presence of vanadium (V) or cerium (IV) in sunlight. This led to the detailed study of few aromatic compounds and the oxidation of phenol was studied in details. Normally the oxidation of phenol takes place upto quinone stage consuming four equivalents of oxygen. At higher acid concentrations (15 N), however, the oxidation proceeds further upto the stage of fumaric or malic acid as indicated by the enhanced consumption of the vanadate solution. Alternatively, if the reaction mixture even at low acid concentration is exposed to bright sunlight, the same oxidation stage is reached consuming 15·98 equivalents of oxygen per mole of the phenol. If, however, the reaction mixture even at low acid concentration is exposed to the radiations of 1000 watt tungsten filament lamp, the oxidation proceeds further upto the stage of formic acid, carbon dioxide and water consuming 24·03 equivalents of oxygen per mole of phenol. The same results are obtained when oxidation is carried on by refluxing the reaction mixture at high acid concentration. The reaction product formic acid could easily be isolated by distillation and also quantitatively determined by mercuric chloride. In all the cases the reaction mixture was prepared in excess of the vanadate solution which was back titrated after the reaction was over against standard ferrous ammonium sulphate using diphenylamine or N-phenyl anthranilic acid as internal indicators.

It appears that under bright sunlight or even in dark at high acid concentrations the rupture of the benzene ring takes place due to peroxide formation. This has been verified by adding peroxide inhibitors when quinone does not undergo further oxidation. This fact was further supported when oxidation studies of other phenols like quinol, catechol, cresol, rescorcinol, salicylic acid and other substituted phenols were undertaken and it was observed that in these cases also the benzene ring is ruptured. Detailed investigations of this behaviour and also the oxidation of other aromatic compounds like amines etc. are under study in these laboratories and will be communicated shortly.

*Department of Chemistry, University of Rajasthan, Jaipur (India)*
K. S. PANWAR and J. N. GAUR

Eingegangen am 7. Juni 1961

[1]) FRIEND, J. N.: A Text Book of Inorganic Chemistry, Vol. VI, Part III, p. 58. London: Charles Griffin & Co. Ltd 1929. — [2]) RAO, S. P., and J. N. GAUR: J. Indian Chem. Soc. (in press). — [2]) RAO, S. P., T. R. LODHA and J. N. GAUR: Naturwsenschaften 48, 404 (1961).

## Über die Freisetzung von 5-Hydroxytryptamin (Serotonin) aus Geweben durch Nikotin

### *A. Freisetzung aus dem isolierten Darm und dem Darm in situ*

Nikotin (N) vermag den isolierten Darm und den Darm in situ zur Kontraktion zu erregen. Über den Angriffspunkt des N besteht keine Klarheit. Es wird eine Wirkung über nervöse Elemente, aber auch ein direkter Angriff an der glatten Muskelzelle angenommen [s. dazu die Übersicht bei LARSON et al.[1]), S. 298 ff.]; schließlich wurde darauf hingewiesen, daß die Wirkung des N bei der Darmkontraktion durch die Freisetzung von Serotonin (Ser) zustandekommen könnte[2]). Wir prüften nun an Hand von 4 Versuchsanordnungen, zunächst am Darm, ob Ser durch N freigesetzt wird.

1. Isolierte Dünndarmstücke von Ratten wurden nach MAGNUS in Tyrodelösung bei 37° C suspendiert. Der Badflüssigkeit wurde unter zwischenzeitlichem Spülen so oft in 0,2 ml Tyrode gelöstes N zugegeben (jeweils 50 $\gamma$), bis der Darm auf N nicht mehr ansprach. Anschließend wurde der Ser-Gehalt des Darmes nach UDENFRIEND u. Mitarb.[3]) bestimmt. Der N-behandelte Darm enthielt 1,0, ein gleichzeitig, jedoch ohne N behandeltes Darmstück 1,2 $\gamma$ Ser/g Gewebe. Die N-Behandlung führte also zu einer Abnahme des Ser-Gehaltes um rund 16%. Bei gleichem Vorgehen nahm der Ser-Gehalt eines Meerschweinchendarmes um 24% ab. Das N-behandelte Darmstück enthielt 2,9, das Kontrollstück 3,8 $\gamma$ Ser/g Gewebe.

2. Rattendünndarm wurde in Abschnitte von etwa 2 cm Länge geschnitten und abwechselnd von proximal nach distal je ein Abschnitt dem Haupt- oder dem Kontrollansatz zugeteilt. Die Tyrodelösung des Versuchsansatzes enthielt 1 mg N/ml. Nach einer Inkubationszeit von 10 min bei 37° C wurde die Inkubationsflüssigkeit abgegossen. Die Bestimmung ergab eine Abnahme des Ser-Gehaltes im Hauptversuch um 36%.

Ser-Gehalt des N-behandelten Darmes 1,6, des Kontrolldarmes 2,5 $\gamma$/g.

3. Ein Meerschweinchendünndarm wurde der Länge nach in zwei Hälften zerlegt. Die eine Hälfte wurde in reiner, die andere in N-haltiger Tyrodelösung (2 mg N/ml) 1 Std bei 37° C suspendiert. Es ergab sich eine Abnahme des Ser-Gehaltes um 50%. Ser-Gehalt des N-behandelten Darmes 0,6, des Kontrolldarmes 1,2 $\gamma$/g.

4. Einer Ratte wurde in die Schwanzvene 2,4 mg N injiziert. Etwa 10 min nach der Injektion wurde das Tier getötet und der Ser-Gehalt des Dünndarmes bestimmt. Er war beim Versuchstier um 22% niedriger als bei einem Kontrolltier des gleichen Stammes. Ser-Gehalt des Darmes beim Versuchstier 1,7, des Kontrolltieres 2,2 $\gamma$/g.

### *B. Freisetzung von Serotonin durch Nikotin im Gehirn*

Die Frage, ob N auch im Gehirn Ser freizusetzen vermag, wurde bei narkotisierten Hunden in der Weise untersucht, daß je eine Großhirnhemisphäre vor und nach i.v. Injektion von N getrennt entnommen*) und ihr Ser-Gehalt in korrespondierenden Gewebsteilen bestimmt wurde. Bei Kontrolltieren wurde an Stelle von N eine NaCl-Lösung injiziert.

Wie die Tabelle ausweist, ergaben sich nach N-Verabreichung zum Teil sehr beträchtliche Ser-Abnahmen. Die Ergebnisse bei den Kontrolltieren (4 und 5) demonstrieren, daß der Ser-Gehalt der in situ belassenen Großhirnhälfte nach der Entnahme der anderen Hälfte eher zu- als abnimmt. N ist

Tabelle. *Serotoningehalt des Großhirns von Hunden nach Nikotininjektion*

| Tier Nr. | Injizierte N-Menge mg/kg | Serotoningehalt des Gehirns in $\gamma$/g links[a]) | rechts[a]) | Zeit der Entnahme[b]) | Abnahme des Serotoningehalts (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,31 | 0,24 | 0,12 | 30 | 50 |
| 2 | 0,50 | 1,2 | 0,85 | 10 | 30 |
| 3 | 0,41 | 0,76 | 0,32 | 20 | 58 |
| 4 | 5 ml NaCl-Lösung | 1,0 | 1,5 | 10 | — |
| 5 | 5 ml NaCl-Lösung | 1,0 | 1,1 | 20 | — |

a) links = linke Hemisphäre vor N; rechts = rechte Hemisphäre nach N. — b) Zeit der Entnahme der 2. Hemisphäre nach N-Inj. (in Minuten).

also ein Serotoninliberator und hat als solcher möglicherweise auch Einfluß auf Funktionen des Großhirns.

*Klinisch-Chemisches Institut an der Chirurgischen Universitätsklinik und Neurochirurgische Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik, München*

H. SCHIEVELBEIN, E. WERLE und W. JACOBY

Eingegangen am 10. Juni 1961

*) Das operative Vorgehen wird an anderer Stelle beschrieben.

[1]) LARSON, P.S., H.B. HAAG u. H. SILVETTE: Tobacco, Experimental and Clinical Studies. Baltimore: Williams & Wilkins 1961. — [2]) GEIGER, W. B., u. H. S. ALPERS: Science **125**, 1141 (1957). — [3]) UDENFRIEND, S., H. WEISSBACH u. B.B. BRODIE; in: Methods of Biochemical Analysis, Bd. VI, S. 95. New York/London: Interscience Publ. 1958.

### Clivimin und Clivatin, zwei neue Alkaloide aus *Clivia miniata*

Frische, aus einer hiesigen Gärtnerei bezogene Pflanzen von *Clivia miniata* Regel (Amaryllidaceae) wurden getrennt nach Blättern und Rhizomen aufgearbeitet und die auf dem üblichen Wege gewonnenen Alkaloidgemische durch fraktionierte Kristallisation und Chromatographie an Aluminiumoxyd aufgeteilt. Aus den Blättern (Alkaloidgehalt 0,06%) ließen sich Lycorin (47% der Gesamtbasen), Clivonin (3%) und ein neues, als Clivimin bezeichnetes Alkaloid (25%) isolieren, während die Rhizome (Alkaloidgehalt 0,03%) Lycorin (76% der Gesamtbasen), Hippeastrin (3%), Clivonin (2%), Clivimin (3%) und das ebenfalls noch nicht beschriebene Clivatin (1,5%) lieferten. Bei früheren Untersuchungen der Pflanze[1]) waren in den Blättern nur Lycorin, in den Rhizomen Lycorin und Clivonin aufgefunden worden.

Clivimin kristallisiert aus Benzol in Prismen der wahrscheinlichen Zusammensetzung $C_{30}H_{28}N_2O_8$ (gef. C 66,12, H 5,37, N 5,01, O 24,09, $OCH_3$ 0, $N$-$CH_3$ 1,79; ber. C 66,17, H 5,18, N 5,14, O 23,51, 1 $N$-$CH_3$ 2,76), Schmp. 264 bis 266° (Zers.) oder 287 bis 288° (i. Vak.)[2]), $[\alpha]_D^{25} + 32°$ ($c = 0{,}25$; $CHCl_3$). Es bildet ein Monoperchlorat vom Schmp. 305 bis 307° (Zers.; aus Wasser)[2]), das auch nach dem Trocknen bei 100°/1 Torr als Dihydrat vorzuliegen scheint (gef. C 52,93, H 4,81, N 4,13, Cl 4,75; ber. C 52,91, H 4,88, N 4,11, Cl 5,21). Die Anwesenheit von Methylendioxy- und von α, β-ungesättigten Lacton- und (oder) Ester-Gruppen wird durch die Chromotropsäure- und die Hydroxamsäure-Reaktion sowie durch das IR-Spektrum angezeigt ($\lambda_{max}^{CHCl_3}$ 10,64 bzw. 5,81 μ); OH- oder NH-Gruppen sind nicht nachweisbar. Bei der Verseifung mit 8%iger äthanol. Natronlauge geht Clivimin quantitativ in Clivonin ($C_{17}H_{19}NO_5$; Schmp. und Misch-Schmp. 197 bis 198°) und eine noch nicht identifizierte Säure (?) über.

Clivatin kristallisiert aus Äther in Blättchen der Zusammensetzung $C_{21}H_{25}NO_7$ (gef. C 62,50, H 6,21, N 3,57, $OCH_3$ 0, $N$-$CH_3$ 1,70; ber. C 62,52, H 6,25, N 3,47, 1 $N$-$CH_3$ 3,73), Schmp. 166 bis 169°[2]), $[\alpha]_D^{25} + 52°$ ($c = 0{,}2$; $CHCl_3$). Durch das IR-Spektrum, das im Bereich von 3 bis 10 μ mit dem des Clivonins nahe übereinstimmt, und durch die erwähnten Farbreaktionen lassen sich wie beim Clivimin Methylendioxy- sowie α, β-ungesättigte Lacton- und (oder) Ester-Gruppen nachweisen ($\lambda_{max}^{CHCl_3}$ 10,64 bzw. 5,81 μ). Eine eingehendere Untersuchung war wegen Substanzmangels bisher nicht möglich.

Das in Zwiebeln von *Narcissus odorus* var. *rugulosus* aufgefundene Alkaloid Rulodin[3]) besitzt entgegen den früheren Angaben die Bruttoformel $C_{17}H_{21}NO_4$ (gef. C 67,10, H 6,98, N 4,68; ber. C 67,30, H 6,98, N 4,62), Schmp. 193° (aus Aceton)[2]), $[\alpha]_D^{25} - 15°$ ($c = 0{,}2$; $CHCl_3$), $\lambda_{max}^{CHCl_3}$ 2,75 und 10,68 μ. Es bildet ein Hydrojodid vom Schmp. 135 bis 136° (Zers.; aus Aceton)[2]).

*Chemisches Institut der Humboldt-Universität, Berlin*

HANS-G. BOIT und BURKHARD MEHLIS

Eingegangen am 23. Juni 1961

[1]) GORTER, K.: Bull. Jard. Bot. Buitenzorg [3] **2**, 331 (1920). — BOIT, H.-G.: Chem. Ber. **87**, 1704 (1954). — BRIGGS, C. K., P. F. HIGHET, R. J. HIGHET u. W. C. WILDMAN: J. Amer. Chem. Soc. **78**, 2899 (1956). — [2]) Schmelzpunkte sind auf dem Kofler-Apparat bestimmt. — [3]) BOIT, H.-G., W. DÖPKE u. W. STENDER: Naturwissenschaften **45**, 262 (1958).

### Substratverbrennung in Kaninchen-Reticulozyten unter Einfluß von 2,4-DNP

In früheren Versuchen wurde gezeigt, daß das endogene Substrat der Reticulozyten-Atmung zu einem großen Teil aus Aminosäuren besteht[1-3]). In weiteren Untersuchungen über die Stoffwechselregulation wurde der Einfluß von Substraten auf die Atmung unter Einfluß von 2,4-DNP geprüft. Es konnte gezeigt werden, daß Glutamin, Glutaminsäure und α-Ketoglutarsäure eine wesentliche Atmungssteigerung nur in Gegenwart von 2,4-DNP bewirken[2]). Weiterhin konnte eine beträchtliche Erhöhung der Atmung durch Zusatz von Lactat, Pyruvat, Acetat und Zwischensubstraten des Zitronensäurezyklus beobachtet werden (Fig. 1). Am größten ist die Atmungssteigerung durch Oxalacetat, am kleinsten durch Fumarat und Malat.

Aus diesen Versuchen können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die Atmungssteigerungen durch Teilnehmer des Zitronensäurezyklus deuten auf die zentrale Rolle dieses Stoffwechselweges in Reticulozyten hin. Zu einem beträchtlichen Teil (α-Ketoglutarsäure, Oxalacetat) entstehen die Substrate aus dem Aminosäurestoffwechsel. — 2. Die Tatsache, daß diese Effekte nur in Gegenwart von 2,4-DNP auftreten, ist auf die strenge Kopplung zwischen Atmung und Phosphorylierung zurückzuführen. Die Atmungskontrolle erfolgt nicht durch anorganisches Phosphat oder ADP, sondern auf dem Niveau der Abgabe des energiereichen Phosphats von phosphorylierten Komponenten der Atmungskette. — 3. Unter Einfluß von 2,4-DNP ist nicht mehr die Phosphatübertragung, sondern das Angebot an Stoffwechselsubstraten begrenzend. — 4. Die Atmungsgrößen bei Zusatz von Substraten in Gegenwart von 2,4-DNP dürften der maximalen Enzymkapazität für das jeweils zugesetzte Substrat nahe kommen.

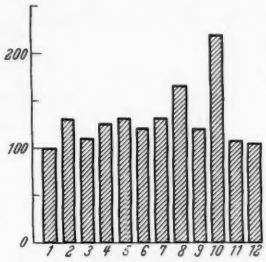



Fig. 1

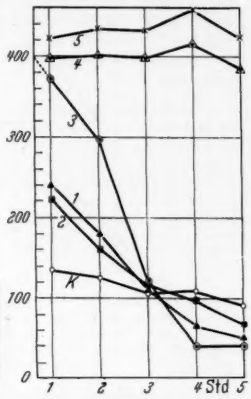



Fig. 2

Fig. 1. Prozentuale Steigerung der Atmung durch verschiedene Substrate in Gegenwart von 2,4-DNP. Substratkonzentration $1{,}35 \cdot 10^{-2}$ m, DNP $1 \cdot 10^{-4}$ m. 1: Kontrolle + DNP; 2: + Glutamin; 3: + Glutaminsäure; 4: + Ketoglutaminsäure; 5: + Citrat; 6: + Acetat; 7: + Lactat; 8: + Pyruvat; 9: + Succinat; 10: + Oxalacetat; 11: + Fumarat; 12: + Malat

Fig. 2. Der Einfluß von 2,4-DNP, Oxalacetat, Glukose und Inosin auf die Retikulozytenatmung. Konzentrationen wie in der Tabelle. *K*: Kontrolle; 1: + DNP; 2: + DNP-Inosin; 3: + DNP + Oxalacetat; 4: + DNP + Ocalacetat + Inosin; 5: + DNP + Oxalacetat + Glucose

Wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, tritt mit 2,4-DNP nach 2 bis 3 Std Inkubation, auch in Gegenwart eines Substrates, eine Hemmung des $O_2$-Verbrauchs ein. Zusatz von Glucose oder Inosin, die allein sowohl mit als auch ohne 2,4-DNP die Atmung hemmen, bewirkt eine mehrstündige Erhaltung der anfänglichen Atmungssteigerung durch Oxalacetat. Dieser Effekt tritt, wenn auch in geringerem Maße, auch mit α-Ketoglutarat, Succinat, Fumarat und Pyruvat ein.

Tabelle. *Anorganisches und labiles Phosphat in Kaninchen-Retikulozyten nach 4 Std Inkubation mit Glucose, Oxalacetat und Inosin in Gegenwart von 2,4 DNP. Angaben in $10^{-3}$ Mol/Liter Zellen*

| | 10 Hydr. P | Anorg. P | $O_2$-Verbrauch |
|---|---|---|---|
| Vor Inkubation | 9,33 | 0,82 | — |
| Kontrolle (endogen) | 5,45 | 12,50 | 33,8 |
| Kontrolle + DNP | 0,24 | 20,62 | 42,6 |
| Kontrolle + DNP + Ox. Ac. | 0,14 | 20,20 | 54,6 |
| Kontrolle + DNP + Ox. Ac + Gluc. | 6,02 | 8,10 | 116,5 |
| Kontrolle + DNP + Ox. Ac. + Inosin | 7,55 | 8,60 | 112,0 |

Endkonzentrationen: Glucose $1{,}58 \cdot 10^{-2}$ m; Inosin $1{,}35 \cdot 10^{-2}$ m (und Oxalacetat); DNP $1 \cdot 10^{-4}$ m. — Retikulozyten 28%.

In der Tabelle sind die Veränderungen des anorganischen und säurelabilen Phosphats, das vorwiegend aus ATP stammt, nach 4 Std Inkubation gezeigt. Man ersieht den fast vollständigen Schwund des labilen Phosphats in Gegenwart von 2,4-DNP, der durch Oxalacetat nicht verhindert wird; während Glucose und Inosin eine Erhaltung der stationären, labilen Phosphat-Konzentration bewirken. Diese Ergebnisse lassen folgende Deutungen zu:

1. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Zellatmung und der Erhaltung der Adenin-Nukleotide. — 2. Glucose und Inosin, die allein nicht genügend Atmungssubstrate (wohl vorwiegend Pyruvat) für eine Atmungssteigerung bilden, schützen die Atmung auf dem Weg der Anlieferung von ATP über die anaerobe Substratphosphorylierungsreaktion der Glykolyse. — 3. Die Tatsache, daß ATP aus der Glykolyse für die Atmung zur Verfügung steht, spricht gegen Hypothesen der Stoffwechselregulation und Stoffwechseleffekte, die auf Durchlässigkeitsbeschränkungen von Zellkomponenten für Substrate oder Co-Enzyme beruhen[4–6]).

Ausführliche Mitteilung erfolgt in Acta biologica et medica germanica.

*Physiologisch-chemisches Institut der Humboldt-Universität zu Berlin (Prof. Dr. Dr.* S.M. Rapoport)

S. Rapoport und L. Ababei

Eingegangen am 5. Juni 1961

[1]) Schweiger, H.G., u. S. Rapoport: Acta biol. med. germ. **1**, 422 (1958). — [2]) Ababei, L., u. S. Rapoport: Acta biol. med. germ. **5**, 636 (1960). — [3]) Rapoport, S., H. Schweiger u. H. Brandt: Naturwissenschaften **44**, 636 (1957). — [4]) Wu, R., u. E. Racker: J. Biol. Chem. **234**, 1036 (1959). — [5]) Holzer, H., I. Witt u. R. Freitag-Hilf: Biochem. Z. **329**, 467 (1958). — [6]) Lynen, F., G. Hartmann, K.F. Netter u. A. Schuegraf: Ciba Foundation Symposium „Regulation of Cell Metabolism", S. 256. London: Churchill Ltd. 1959.

## Verteilung von $C^{14}$ nach Photosynthese in $C^{14}O_2$ von Anacystis nidulans

Nach dem Calvinschen Photosyntheseschema[1]) ist Aldolase ein absolut notwendiges Enzym und man sollte daher erwarten, daß es in allen photosynthetisch aktiven Organismen enthalten ist. Es war sehr überraschend, daß Richter[2]) bei der obligat phototrophen Blaualge Anacystis nidulans keine Aldolase nachweisen konnte. Nach brieflicher Mitteilung konnte Gibbs diesen Befund bestätigen. Er stellte außerdem fest, daß auch Arten anderer Gattungen der Cyanophyceen keine Aldolase aufweisen. Es war daher anzunehmen, daß der Weg des Kohlenstoffs bei den Blaualgen anders verläuft als bei anderen grünen Pflanzen, was sich in einer unterschiedlichen Verteilung von $C^{14}$ nach kurzfristiger Photosynthese in $C^{14}O_2$ ausdrücken müßte.

Wir haben Anacystis nidulans in der von Kratz und Myers[3]) angegebenen Nährlösung kultiviert, nach 24 Std abzentrifugiert und in m/100 Phosphatpuffer pH 7,9 aufgenommen. Zu den Photosyntheseversuchen wurden je 3 ml einer dichten Suspension (0,75 mg Gesamt-N/ml) in einen „Lollipop" gegeben, der durch einen Wassermantel auf 32° C gehalten und von beiden Seiten mit rund 20000 Lux belichtet wurde. Nach 10-minütigem Durchströmen der Algen mit normaler Luft wurde 1,5 mM $KHC^{14}O_3$ zugesetzt und die Algen 5 bis 120 sec später durch Eingießen in Alkohol (Endkonzentration 70%) abgetötet. Zur Bestimmung der Gesamtfixierung wurde die Radioaktivität aliquoter Teile der Suspension in unendlich dünner Schicht in einem Methandurchflußzähler gemessen. Zur Bestimmung der Verteilung der Radioaktivität wurden die Algen wiederholt extrahiert, der Extrakt eingeengt und in einem System (wassergesättigtes Phenol bzw. Butanol-Propionsäure-Wasser) zweidimensional chromatographiert. Nach Autoradiographie wurden die Flecken ausgezählt. Die Identifizierung der Phosphatester erfolgte nach Dephosphorylieren durch Rechromatographie mit authentischen Zuckern. Die Tabelle zeigt das Ergebnis. Die unlösliche Fraktion bestand zu mehr als 90% aus Glycogen, wie das Auftreten radioaktiver Glucose nach salzsaurer Hydrolyse bewies. Die Diphosphatfraktion enthielt zu etwa 50% Ribulose, der Rest waren andere Zucker, vorwiegend Fructose.

Vergleicht man die Verteilung mit den von Chlorella bekannten Zahlen, so ergeben sich zwar gewisse quantitative, aber keine qualitativen Unterschiede. Der Anteil der organischen Säuren an der Gesamtfixierung ist geringer, als dies normalerweise bei Chlorella der Fall ist. Dieser Befund steht

Tabelle. *Photosynthese in $C^{14}O_2$*

| Verbindung | 2 min | 1 min | 30 sec | 15 sec | 5 sec |
|---|---|---|---|---|---|
| Gesamtfixierung IPM/min · $10^3$ | 3000 | 1300 | 500 | 220 | 58 |
| Unlöslich, IPM/min · $10^3$ | 1200 | 455 | 120 | 45 | 11 |
| Unlöslich, in % | 40% | 35% | 24% | 20,5% | 19% |
| Diphosphat | 6,6 | 6,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 |
| Uridindiphosphoglucose | 1,5 | 2,0 | 1,2 | 0,5 | 0,3 |
| Glucose, Fructose, Heptosemonophosphat | 20,5 | 25,0 | 32,0 | 33,0 | 28,0 |
| Ribose + Triosemonophosphat | 2,0 | 2,5 | 2,3 | 1,5 | 0,5 |
| Phosphoglycerinsäure | 15,0 | 15,0 | 26,0 | 33,0 | 42,0 |
| Phosphoenolbrenztraubensäure | 3,3 | 4,0 | 2,0 | 1,5 | 1,5 |
| Asparaginsäure | 3,6 | 4,5 | 2,6 | 2,0 | 0,5 |
| Glutaminsäure | 0,6 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 0,8 |
| Alanin | 1,0 | 1,0 | — | — | — |
| Serin + Glycin | 1,2 | 1,5 | 0,7 | — | — |
| Über Glutaminsäure | 1,0 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| Über Analin | 1,5 | 1,0 | — | — | — |

im Widerspruch zu der von Richter kurz mitgeteilten Beobachtung[4]), wonach bei Anacystis der größte Teil der Radioaktivität in organischen Säuren enthalten sein soll.

Der Befund, daß bei Anacystis die gleichen Photosyntheseprodukte auftreten wie bei anderen grünen Pflanzen, läßt zwei Schlußfolgerungen zu.

1. Der negative Ausfall des Aldolase-Nachweises beruht nicht auf dem Fehlen eines aldolasehaltigen Ferments, sondern auf dessen größerer Labilität bzw. anderem Kofaktorbedürfnis im extrahierten Zustand.

2. Die Aldolase ist kein für die Photosynthese notwendiges Enzym, da die photosynthetische $CO_2$-Reduktion nicht in Umkehr der Glycolyse, sondern über noch unbekannte, labile Zwischenprodukte verläuft, wie im Zusammenhang mit anderen Beobachtungen an anderer Stelle ausführlicher besprochen wurde[5]).

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die Unterstützung der Arbeit.

*Institut für Angewandte Botanik der Technischen Hochschule, München*

O. Kandler

Eingegangen am 21. Juni 1961

[1]) Bassham, J.A., u. M. Calvin: The Path of Carbon in Photosynthesis. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall Inc. 1957. — [2]) Richter, G.: Naturwissenschaften **46**, 604 (1959). — [3]) Kratz, W.A., u. J. Myers: Amer. J. Bot. **42**, 282 (1955). — [4]) Richter, G.: Biochim. Biophys. Acta **48**, 606 (1961). — [5]) Kandler, O., I. Liesenkötter u. B.A. Oaks: Z. Naturforsch. **16b**, 50 (1961).

## Über die Bedeutung des Auxins für die epinastische Bewegung plagiotroper Seitensprosse

Plagiotrope Seitensprosse von Coleus blumei Benth. reagieren an der horizontalen Klinostatenachse mit einer starken epinastischen Krümmung von etwa 150° in 24 Std. Für unsere Untersuchungen wurden Pflanzen verwendet, denen zwei gegenüberliegende Seitensprosse belassen wurden. Es konnte gezeigt werden, daß die epinastische Wachstumsbewegung von Auxin abhängig ist. Die Auxin-Quellen der intakten Sprosse liegen in den jüngeren Blättern und in geringem Maße im Spitzenvegetationspunkt. Die Wirkung der Spitze und der Blätter konnte bei Entblätterung und (oder) Dekapitation durch eine $\beta$-Indolylessigsäure(IES)-Lanolin-Paste (0,1%ig) vollständig ersetzt werden. Bei der genaueren Untersuchung der Beziehungen zwischen dem Ort der IES-Gabe und der Krümmung stellte sich heraus, daß es für die Richtung der nastischen Bewegung gleichgültig war, ob das Auxin auf seitlich stehenden Blattstielen oder solchen, die oben und unten in der Krümmungsebene lagen, geboten wurde. Auch wenn die IES-Paste einerseits spitzennahe an der Oberseite der Seitensprosse oder andererseits spitzennahe an der Unterseite zugeführt wurde, kam es jederzeit zu einer *epi*nastischen Bewegung, die nur quantitativ unterschiedlich ausfiel; aber auch bei ventraler IES-Gabe lag das Ausmaß der Krümmung deutlich über den Kontrollen ohne IES-Gabe. Selbst hohe Pastenkonzentrationen von 1% konnten die Richtung der nastischen Bewegung nicht umkehren. Die Wachstumsbewegung erfolgt im letzten Falle zur Paste hin, entgegengesetzt zum Konzentrationsgefälle der IES. Aus den Versuchen folgt zwangsläufig, daß die epinastische Bewegung auf einer Querpolarisierung in den plagiotropen Sprossen beruht, die unabhängig von der Gegenwart des Auxins besteht.

Es muß vorerst aber noch ungeklärt bleiben, ob diese *sekundär* zu einer asymmetrischen IES-Verteilung führen kann.

Ausgehend von älteren Arbeiten[2],[3]) gelang es, in auxinarmen, dekapitierten und entblätterten Seitensprossen durch eine 3- bis 5tägige Inverslage eine entgegengesetzte Querpolarisierung experimentell zu erzeugen. Solche Seitensprosse krümmten sich nach apikaler IES-Zufuhr auf dem Klinostaten erwartungsgemäß *hypo*nastisch. Der Autotropismus konnte als möglicher Versuchsfehler durch eine besondere Methodik ausgeschlossen werden. Für die Induktion der epinastischen Komponente (Querpolarisierung) ist IES *nicht* notwendig. Dieses wird ausschließlich für den Wachstumsprozeß bei Beginn der Krümmungsbewegung auf dem Klinostaten gebraucht. Somit ergibt sich für die epinastische Komponente eine ähnliche Trennung zwischen Induktion und auxinbedingtem Wachstum, wie sie BRAUNER und HAGER[1]) an Hypokotylen für den Geotropismus bewiesen haben. Allerdings bestehen zwischen beiderlei Querpolarisierungen (Geotropismus und epinastische Komponente) weitgehende Unterschiede.

Die ausführliche Arbeit wird an anderer Stelle veröffentlicht.

*Botanisches Institut der Universität, Rostock*

HEINZ LEIKE und HERMANN VON GUTTENBERG

Eingegangen am 6. Juni 1961

[1]) BRAUNER, L., u. A. HAGER: Planta [Berl.] **51**, 115 (1958). — [2]) HENNINGS, F.: Planta [Berl.] **12**, 239 (1930). — [3]) LUNDEGARDH, H.: L. Lunds Arsskr., N.F. Avd. 2, **14** (2) Nr. 27 (1918).

## Die spektrale Augenempfindlichkeit der Mutante „chalky" von Calliphora erythrocephala

Bei der Bestimmung der spektralen Empfindlichkeit von Augen (durch Messung der ERG-Amplituden nach Reizung mit quantengleichen monochromatischen Lichtern) besteht die Schwierigkeit, daß in die erhaltenen Kurven außer der spektralen Absorption der Sehfarbstoffe auch die Durchlässigkeiten anderer in den Augen vorhandener Stoffe eingehen können. Dies gilt insbesondere für Insektenaugen. Um hier schräg einfallendes und deshalb durch die Schutzpigmente spektral verändertes Licht auszuschließen, leitete man bisher entweder von einem Auge ab, das von der Proximalseite belichtet wurde[1]), oder von einzelnen Retinulazellen, die nur von solchem Licht getroffen werden, das parallel zur optischen Achse einfällt[2]). Die mit diesen zwei Methoden an Calliphora erhaltenen Empfindlichkeitskurven ähneln denjenigen, die sich bei der Calliphora-Mutante w[3]) mit weitgehend fehlenden Ommochromen[4]) ergeben hatten[5]). Damit konnte der Einfluß dieser Schutzpigmente auf die spektrale Empfindlichkeitsverteilung geklärt werden; die Rolle der im Calliphora-Auge ebenfalls vorkommenden Pteridine blieb dagegen bis jetzt offen.

Die kürzlich beschriebene[6]) Mutante „chalky" (c) von Calliphora erythrocephala besitzt in beiden Geschlechtern ommochrom- *und* (im Gegensatz zur Mutante w) pteridinfreie Komplexaugen[6]). Diese Augen geben Retinogramme, die in Form und Höhe nur wenig von denen der Mutante w abweichen. Die Ein-Effekte des ERG bei den Mutanten c und w wurden für 18 quantengleiche monochromatische Lichter zwischen 340 und 640 mμ vergleichend gemessen. Die Belichtung erfolgte mit einem Zeiss-Monochromator (Typ M 4 Q II). Den Vergleich der spektralen Wirksamkeitskurven der beiden Mutanten c und w gibt die Fig. 1. (Auf einen Vergleich mit der dunkeläugigen Wildform mußte verzichtet werden, da diese bei den verwendeten geringen Lichtintensitäten keine meßbaren Retinogramme gab.) Die Kurven für beide Mutanten sind zweigipfelig mit Maxima nahe 500 mμ und im UV bei 360 mμ. Während das UV-Maximum bei beiden Mutanten die gleiche Lage im Spektrum hat, ist das sichtbare Maximum der Mutante w ($\lambda_{max} = 514$ mμ) gegenüber dem Maximum der Mutante c ($\lambda_{max} = 498$ mμ) signifikant verschieden ($P = 0{,}001$). Licht von 340 bis 500 mμ ist für die Mutante c relativ wirksamer als für die Mutante w; alle längerwelligen Lichter sind umgekehrt für die Mutante w *relativ* wirksamer als für die Mutante c. Die Wirksamkeitsunterschiede sind für alle Wellenlängen unterhalb 500 mμ sowie für 560 mμ statistisch gut gesichert. Besonders auffallend ist die quantitativ verschiedene Wirksamkeit von UV-Licht; bei der Mutante c ergibt Licht von 360 mμ fast so hohe Belichtungspotentiale wie von 500 mμ (91%), bei w ist dieses UV-Licht nur halb so wirksam wie Licht von 510 mμ (53%).

Die Bildung großer Belichtungspotentiale in den pteridinfreien Augen der Mutante c zeigt, daß die — teilweise photolabilen — Pteridine des Facettenauges keine Bedeutung für die primären Sehprozesse haben können. Die gerade bei der Mutante c besonders hohe Wirksamkeit von UV-Licht schließt auch die Möglichkeit aus, daß die Pteridine durch Transformation von UV- in sichtbares Fluoreszenzlicht eine Funktion für die Erregungsbildung haben. Dagegen läßt die (verglichen mit der Mutante c) auch absolut geringere Wirksamkeit von UV-Licht auf die Augen der Mutante w vermuten, daß Pteridine die einzelnen Ommatidien des Auges optisch gegeneinander isolieren und damit wie die Ommochrome, jedoch in einem anderen Spektralbereich, als Schutzpigmente wirksam sind. Nicht in der optischen Achse eines Ommatidiums einfallendes UV-Licht wird also bei der Wildform und der Mutante w von Pteridinen, sichtbares Licht (mit Ausnahme von Rot) nur bei

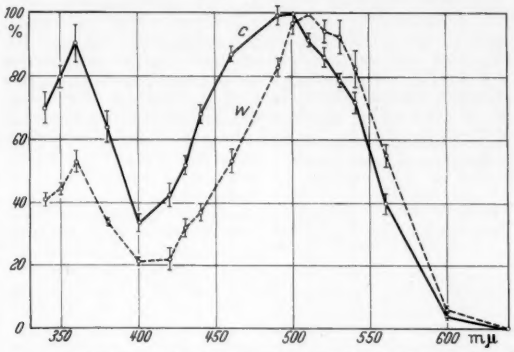



Fig. 1. Relative spektrale Wirksamkeit quantengleicher Lichter bei den Augen der Mutanten w und c von Calliphora erythrocephala. Werte der Größen der Ein-Effekte des ERG in % der Maxima im sichtbaren Bereich (100% entsprechen etwa 3 bis 5 mV). Mittelwerte von 10 w- bzw. 11 c-Tieren; mittlere Fehler dieser Mittelwerte als senkrechte Striche eingetragen

der Wildform von Ommochromen absorbiert. Die im ERG stets gegebene Summierung der durch Schräglicht ausgelösten Erregung über größere Augenbezirke liegt bei der Mutante c für alle Wellenlängen *gleichmäßig* vor. Deshalb kommt die bei der Mutante c gefundene Wirksamkeitskurve am Gesamtauge der Absorptionskurve des Sehfarbstoffes wahrscheinlich weit näher als die bisher aus dem ERG ermittelten Kurven der Normalform und der Mutante w. Die spektrale Wirksamkeitskurve der Mutante c entspricht vollkommen den Eigenschaften des im Calliphora-Auge häufigsten Rezeptors, den AUTRUM und BURKHARDT[2]) vor kurzem beschrieben haben.

Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

*Zoologisches Institut der Universität, München* (*Vorstand: Prof. Dr.* H. AUTRUM)

CHRISTIAN HOFFMANN und HELMUT LANGER

Eingegangen am 10. Juni 1961

[1]) AUTRUM, H., I. AUTRUM u. C. HOFFMANN: Biol. Zbl. (im Druck 1961). — [2]) AUTRUM, H., u. D. BURKHARDT: Naturwissenschaften **47**, 527 (1960). — [3]) TATE, P.: J. Genetics **48**, 176 (1947). — [4]) HANSER, G.: Z. Naturforsch. **14b**, 194 (1959). — [5]) AUTRUM, H.: Biol. Zbl. **74**, 515 (1955). — [6]) LANGER, H., u. U. PATAT: Verh. Dtsch. Zool. Ges., Saarbrücken 1961 (im Druck).

## Tanzverhalten der Honigbiene bei Wechsel zwischen freiem Ausflug und Auslöseversuchen im geschlossenen Stock

Es wurden Völkchen aus etwa 1800 individuell markierten Bienen gebildet und Tanzverhaltensweisen der Einzelbienen zur Zeit des freien Trachtfluges und bei nachfolgenden Anstoßversuchen[1a]) im geschlossenen Beobachtungsstock erfaßt. Von den frei ausfliegenden Bienen wurden Schwänzel- und Rundtänze[2]), die Ausführung dorso-ventraler Abdominalvibrationen (D-VAV)[3]) und Zittertänze[4]) registriert und darüber hinaus auf sammelnde, aber nicht tanzende Flugbienen geachtet. Bei Beobachtung der Reaktionsformen

während Anstoßversuchen wurden auch Tanzansätze[1b]) mitberücksichtigt.

Bei den Anstoßversuchen ergab sich zunächst, daß die Mehrzahl der zur Zeit des freien Trachtfluges mit Schwänzeltänzen oder den anderen berücksichtigten Verhaltensweisen aufgefallenen Bienen bei den anschließenden Anstoßversuchen mit keiner dieser Reaktionsformen hervortrat, obwohl sie sich zu einem großen Teil am Nahrungserwerb an der Stockfutterstelle beteiligten.

Die Auswertung von 19 Freiflug-Anstoß-Versuchsreihen führte bei einem ersten und zweiten Anstoßversuch zu den in der Tabelle zusammengestellten Beziehungen.

Bienen, die bei einem ersten bzw./und zweiten Anstoßversuch reagierten und während des freien Trachtfluges des Volkes als Schwänzeltänzerinnen aufgefallen waren, führten zum überwiegenden Teil wiederum Schwänzeltänze auf. Die Tabelle veranschaulicht aber auch, daß ein hoher Prozentsatz der Bienen, die bei den Anstoßversuchen mit der Schwänzeltanzform reagierten, im Verlauf des freien Trachtfluges keine der berücksichtigten Tanzverhaltensweisen gezeigt hatte. Diese Bienen konnten als Sammlerinnen erfaßt werden, da sie zum überwiegenden Teil eine Futterstelle in Schwänzelentfernung aufgesucht hatten und ein weiterer Teil sich durch die mitgebrachten Pollenhöschen als Sammelbienen auswies. An den zur Futterstelle geflogenen, aber anschließend nicht tanzenden Bienen ließ sich durch Beobachtung ihrer Anstoß-Schwänzeltänze die Übereinstimmung der Richtungsangaben und der Tanzrhythmen[2]) mit der Lage des Futterplatzes nachweisen. Diese Bienen zeigten sich damit befähigt, gewonnene Erfahrung nach einem Aufschub von zum Teil mehr als 24 Std als Grundlage ihrer Tanzweise zu berücksichtigen. Für sie war offenbar die tanzauslösende Wirkung der Anstoßsituation stärker als die des freien Trachtsammelfluges.

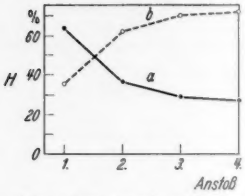



Fig. 1. Zusammenfassende Darstellung der Häufigkeitsverteilung von Schwänzeltänzen (*a*) und Rundtänzen (*b*) im Verlauf von jeweils vier einem freien Trachtausflug folgenden Anstoßversuchen

Tabelle. *Häufigkeitsverteilung von Tanzverhaltensweisen, wie sie sich im Verlauf von 19 Versuchsreihen aus dem Vergleich des Freiflug- und Anstoßverhaltens der einzelnen Sammelbienen ergaben*

| Freiflugreaktion*) | Reaktion beim 1. und 2. Anstoßversuch | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ST**) | | R | | TAS | | D-VAV | | Zitt. | |
| | 1. A. | 2. A. | 1. A. | 2. A. | 1. A. | 2. A. | 1. A. | 2. A. | 1. A. | 2. A. |
| ST | 51,6 | 42,8 | 10,9 | 18,4 | 17,2 | 16,4 | 19,5 | 22,4 | 0,8 | 0,0 |
| — | 53,2 | 23,6 | 19,5 | 25,5 | 9,1 | 27,3 | 18,2 | 23,6 | 0,0 | 0,0 |
| R | — | — | 1 B. | — | — | 1 B. | — | 1 B. | — | — |
| D-VAV | — | — | — | 1 B. | — | 3 B. | 9 B. | 5 B. | — | — |
| Zitt. | — | — | — | — | 1 B. | — | 3 B. | 4 B. | — | — |

*) Reaktion zur Zeit des erlaubten Trachtfluges. Die Zahlen in den beiden ersten Zeilen geben Prozente, in den drei letzten Zeilen die Zahlen der Bienen (B.) an.

**) ST = Schwänzeltanz; R = Rundtanz; TAS = Tanzansatz; Zitt. = Zittertanz; D-VAV = dorsal-ventrale Abdominalvibrationen; — = keine Tanzverhaltensweise nach Sammelflügen.

Etwa 11% ursprünglicher Schwänzeltänzerinnen zeigten dagegen durch Aufführen von Rundtänzen an, daß sie sich schon bei einem ersten Anstoßversuch auf die Stockfutterstelle umgestellt hatten, also offenbar eine geringere Bindung an die außerhalb des Stockes gelegene Futterquelle hatten. Wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, nimmt bei mehrmaliger Wiederholung der Anstoßversuche nach Fluglochverschluß die Zahl der mit der Schwänzeltanzform reagierenden Bienen zugunsten der mit der Rundtanzform auffallenden ab, obwohl in besonderen Experimenten einzelne Bienen nach über 120 Std Absperrung sich noch zu Schwänzeltänzen befähigt zeigten, die sich bei Prüfung der Richtungsangaben noch immer auf die ursprünglich beflogenen Außenfutterplätze bezogen.

Der Tabelle läßt sich weiterhin entnehmen, daß eine beträchtliche Anzahl der freigeflogenen Sammlerinnen mit anderen Verhaltensweisen (Tanzansätzen, Abdominalvibrationen) reagierte. Ein Teil dieser Bienen zeigte diese Verhaltensweisen im Verlauf der Anstoßversuche neben der Schwänzel- bzw. Rundtanzform, wobei die Aufführung von D-VAV oder Tanzansätzen diesen Werbetanzformen vorausgingen, mit ihnen kombiniert wurden oder nachfolgten, ähnlich den Befunden bei nicht geflogenen Jungbienen[5]).

Nur wenige der vom freien Trachtflug her als D-VAV aufführende Bienen bzw. als Zittertänzerinnen bekannten traten im Verlauf der Anstoßversuche mit einer der berücksichtigten Verhaltensweisen in Erscheinung. Von den während aller Freiflugperioden aufgefallenen insgesamt nur sieben Rundtänzerinnen reagierten drei Bienen — mit unterschiedlichen Verhaltensweisen — in den Tanzauslöseversuchen.

*Bonn, Lennéstraße 54*

WOLFGANG WITTEKINDT

Eingegangen am 16. Juni 1961

[1]) WITTEKINDT, W.: Naturwissenschaften a) **42**, 567 (1955); b) **47**, 550 (1960). — [2]) FRISCH, K. v.: Österr. zool. Z. **1**, 1 (1946); — Naturwissenschaften **38**, 105 (1951). — [3]) MILUM, V. G.: Amer. Bee J. **95**, 97 (1955). — WITTEKINDT, E., u. W. WITTEKINDT: Leipz. Bienenztg. **74**, 160 (1960). — [4]) FRISCH, K. v.: Zool. Jb., Abt. allg. Zool. u. Physiol. **40**, 1 (1923). — LINDAUER, M.: Z. vergl. Physiol. **30**, 348 (1948).

## Die Erythromycinwirkung auf die Flagellaten Euglena gracilis Klebs

Die Mehrzahl der bisher bekannten Antibiotika haben keine oder nur eine geringfügige Wirkung auf die Protozoa. Die klassischen Antibiotika, bis auf einige stark toxische Ausnahmen, weisen bei der Verwendung von gewöhnlichen therapeutischen Dosen keine direkte Inhibitionswirkungen auf Protozoa auf. Nur bei Verwendung von ziemlich hoher Konzentration der Antibiotika beobachtet man eine Inhibitionswirkung auf die Protozoa, welche eher durch den hohen osmotischen Druck als durch die eigenen antagonistischen Wirkungen hervorgerufen wird.

Es sind aber auch andere Wirkungen der Antibiotika auf die Protozoa bekannt. PROVASOLI u. Mitarb.[1]) sowie JÍROVEC[2]) beschrieben schon vor einigen Jahren die Wirkung des Streptomycins auf die grünen Flagellaten Euglena gracilis, die auf ihrer dauerhaften Depigmentation beruht. Wir konnten feststellen, daß Erythromycin eine ähnliche Wirkung aufweist. Zum Versuch verwendeten wir die grünen Flagellaten Euglena gracilis (Stamm Mainx) aus der Sammlung des Protozoologischen Laboratoriums der ČSAV in Prag. Dieser Stamm verlor schon nach minimaler Zugabe von 500 E/ml Erythromycin seine Farbe. Wenn wir Streptomycin zur Gewinnung von farblosen Formen dieses Stammes verwendeten, benötigen wir eine minimale Konzentration von 400 bis 500 E/ml. Eine solche mittlere Empfindlichkeit des Stammes Mainx gegen Streptomycin wurde schon beschrieben[3]). Bei der Verwendung von niedrigeren Erythromycindosen (100 bis 400 E/ml) erfolgt die Depigmentation nur zeitweilig, und nach einer bestimmten Zeit, wenn man bei Licht kultiviert, wird die Kultur wieder grün. Ähnlich ist es auch beim Streptomycin der Fall. Einen dauerhaften Farbverlust kann man erreichen, wenn man die Kultur mit den obenerwähnten Erythromycin- und Streptomycindosen zwei- bis dreimal passageartig überträgt oder wenn man eine einmalige etwas höhere Dosis der Antibiotika verwendet (z. B. 700 E/ml). Auf diese Weise abgefärbte Stämme kultivieren wir in unserem Laboratorium bei Licht schon 7 Monate, ohne eine Produktion von Chlorophyll zu beobachten.

Die Ähnlichkeit der Wirkungen des Streptomycins und des Erythromycins auf die Euglena gracilis deutet auf eine bestimmte Analogie zwischen den beiden Antibiotika hin. Die beiden Antibiotika weisen eine weite Wirkungssphäre auf. Erythromycin ist etwas stärker aktiv gegen grampositive Mikroben, Streptomycin gegen gramnegative Mikroben. Dabei ist die Toxizität des Erythromycins ziemlich niedrig, wobei sie sich der Toxizität des Penicillins nähert. Die Toxizität des Streptomycins ist höher.

Bei frischen apochlorotischen Stämmen, bei denen es zum Verlust des Chlorophylls durch die Einwirkung von Erythromycin und Streptomycin kam, konnten wir keine Abnahme des Karotins beobachten. Bei fortschreitender Kultivation verschwinden allmählich auch die anderen Pigmente. Diese Erscheinung muß jedoch nicht immer dauerhaft sein. Die abgefärbten Kulturen werden gänzlich heterotroph, so daß ihre weitere Kultivation auf glukosehaltigem Boden durchgeführt werden muß.

Mehrere Autoren schreiben den Verlust des Chlorophylls bei den grünen Organismen dem Mangel an Karotin zu, der das Chlorophyll vor der Photooxydation schützt[4],[5]. Einige Autoren nehmen an, daß bei allen photoautotrophen Organismen der Schutz vor der Photooxydation die einzige Funktion des Karotins ist. Auf Grund unserer Beobachtungen nehmen wir an, daß der Verlust des Chlorophylls durch die Wirkung von Erythromycin und Streptomycin nicht durch das Fehlen des Karotins verursacht wird, sondern daß es sich dabei um tiefer gehende metabolische Veränderungen handelt.

*Mikrobiologische Abteilung der Komensky-Universität, Bratislava, Odborárske nám. 12, Tschechoslowakei*

LIBOR EBRINGER

Eingegangen am 12. Juni 1961

[1]) PROVASOLI, L. u. Mitarb.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **69**, 279 (1948). — [2]) JÍROVEC, O.: Věst. Čs. Spol. Zool. **13**, 216 (1949). — [3]) VÁVRA, J.: Biologie [Prag] **6**, 209 (1957). — [4]) LYNCH, V., u. C. FRENCH: Arch. Biochem. Biophys. **70**, 382 (1957). — [5]) KRASNOVSKIJ, A.A. u. Mitarb.: Biochimija **25**, 288 (1960).

# Besprechungen

**Trendelenburg, F.: Einführung in die Akustik.** 3., umgearbeitete Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961. Gr.-8°. XII, 551 S. u. 412 Abb. Gzl. DM 59.60.

Für den Berichter ist es eine angenehme Aufgabe, ein Buch zu besprechen, das nicht eine Neuerscheinung darstellt, sondern bereits in einer höheren Auflage herauskommt. Denn damit ist der Berechtigungsnachweis für das Buch und der Nachweis für seine Brauchbarkeit bereits von einer breiten Benutzerschicht eindeutig ausgesprochen worden.

Das vorliegende Buch von F. TRENDELENBURG „Einführung in die Akustik erscheint in dritter Auflage. Die erste Auflage fiel genau auf den Kriegsbeginn, die zweite erschien im Jahr 1950.

Die Akustik hat im letzten Jahrzehnt nicht nur auf dem rein physikalischen Sektor enorme Fortschritte gemacht und große Erweiterungen erfahren, sondern auch die Zahl der technischen Anwendungen ist außerordentlich gestiegen. Dementsprechend ist die Literatur fast unübersehbar angewachsen, und es bedarf ganz erheblicher Sachkenntnisse und einer umfassenden Übersicht, das für ein Textbuch der Akustik geeignete Material kritisch herauszusuchen und zusammenzustellen. F. TRENDELENBURG hat auch diesmal diese Aufgabe ausgezeichnet gelöst. Wie weit sich das Buch geändert hat, darüber geben folgende Zahlen Auskunft: In der neuen Auflage sind 132 neue Abbildungen hinzugekommen, der Umfang ist um fast 200 Seiten gestiegen. Auch eine weitere Neuerung ist eingeführt, nämlich das MKS-System, das gerade auf dem akustischen Gebiet nur zögernd das bisher übliche CGS-System verdrängt, ist zusätzlich aufgenommen worden. Es erübrigt sich, auf den Inhalt im einzelnen einzugehen; nur so viel sei gesagt, daß sowohl derjenige, der sich als Nicht-Fachmann über Fragen der Akustik orientieren will, als auch der mit akustischen Fragen Vertraute das Buch mit großem Nutzen zur Hand nehmen kann.

Die Ausstattung des Buches ist ausgezeichnet.

E. MEYER (Göttingen)

**Laue, Max v.: Röntgenstrahl-Interferenzen.** Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage, unter Mitarbeit von E. H. WAGNER. Frankfurt/Main: Akademische Verlagsgesellschaft 1960. X, 476 S. u. 173 Fig. Gr.-8°. Gzl. DM 75.—.

1912 hat MAX VON LAUE die Interferenz der Röntgenstrahlen entdeckt und damit die Wellennatur der Strahlen und den Aufbau der Kristalle in Form von Raumgittern bewiesen. Es war erstaunlich, wie weitgehend schon die einfache „geometrische" Theorie alles Wesentliche erklärte. In dem vorliegenden Buch nimmt die geometrische Theorie noch etwa $^1/_4$ des Umfangs ein. Erst um 1920 haben Präzisionsmessungen von SIEGBAHN und seinen Schülern geringe Abweichungen gezeigt, die dann zur Ausarbeitung der dynamischen Theorie durch P. P. EWALD, durch LAUE selbst und andere führten. Die erste Auflage des Buches (1940) faßte die gesamte damalige Kenntnis über das Gebiet zusammen. Die zweite sollte die erste, von der die Verlagsbestände 1943 verbrannt waren, ersetzen, ohne viel Änderungen zu bringen. Nach dem Krieg sind viele neue Arbeiten hinzugekommen, insbesondere auch aus dem von LAUE geleiteten Fritz-Haber-Institut, z. B. über den Bau der Parakristalle (R. HOSEMANN), über Strahlbildung und anomale Absorption (G. BORRMANN u. Mitarb.) und manches andere. Besonders die genannten Arbeiten bedingen in der dritten Auflage die Ausweitung einiger Kapitel über die dynamische Theorie. Im übrigen ist der gesamte Text durchgesehen und auch im kleinen vervollkommnet und ergänzt worden.

Die dritte Auflage ist, wie LAUE im Vorwort betont, nur durch die Mitarbeit E. H. WAGNERs zustande gekommen. LAUE selbst hat das fertige Buch noch vor sich gehabt.

Das Werk gibt eine ausgezeichnete und wohl die vollständigste Übersicht über das Gesamtgebiet der Röntgenstrahlinterferenzen, aus profunder Sachkenntnis, klar und gut verständlich geschrieben. Es wird jedem, der sich mit dem Gebiet beschäftigt, ob als Anfänger oder als Forscher, interessieren und ihm eine wesentliche und unentbehrliche Hilfe sein.

E. LAMLA (Göttingen)

**Crystal Structures.** Supplement V. Additions to Chapters II—XV. Hrsg. von R. W. G. WYCKOFF. New York/London: Interscience Publishers Inc. 1960. Gr.-8°. $ 26.50.

Das vorliegende „Supplement V" zu WYCKOFFs Sammelwerk über Kristallstrukturen bringt Ergänzungen zu allen Gebieten der anorganischen und organischen Strukturen, darunter zahlreiche Abbildungen zu den $R_x(MX_m)_y$-Typen, den systematisch komplizierten anorganischen Verbindungen, den Hydraten und Ammoniakaten sowie den Silikaten. Ferner enthält diese Lieferung das Verzeichnis der anorganischen Formeln, das Mineralverzeichnis und das Verzeichnis der organischen Verbindungen. — Für die Benützer des „Wyckoff" ist das „Supplement V" eine unerläßliche Ergänzung eines ihrer wichtigsten Referatenwerke.

JOSEF ZEMANN (Göttingen)

**Zeldovich, Ia. B., und A. S. Kompaneets: Theory of Detonation.** New York u. London: Academic Press 1960. 284 S. u. 68 Fig. Gr.-8°. Gzl. $ 10,—.

Es handelt sich um eine Übersetzung der 1955 in Moskau erschienenen Originalausgabe.

Detonationen sind ein wichtiges und wahrscheinlich eines der ältesten Anwendungsgebiete der Gasdynamik. Auch in dem vorliegenden Buch steht dementsprechend die gasdynamische Behandlung der Detonationen im Vordergrund. Die chemische Reaktion wird auf einfache Weise — etwa dem Stand der „reinen Wärmetheorie" entsprechend — berücksichtigt, wo es den Autoren für das grundsätzliche Verständnis der Vorgänge erforderlich erscheint.

Das Buch ist in die folgenden Abschnitte unterteilt: Elements of Gas Dynamics, The Detonation Regime and Lossless Combustion, Theory of Detonation with Losses and the Limits of Detonation, The Detonation of Condensed Explosives, Motion of Detonation Products.

Mit viel Geschick und großer Sorgfalt wird der Leser, von einfachen Grundlagen ausgehend, an die Probleme herangeführt und mit ihnen vertraut gemacht, soweit das mit einer im wesentlichen eindimensionalen Beschreibung von Detonationen möglich ist. Von dem bekannten umfangreichen experimentellen Material wird nur insoweit Gebrauch gemacht, wie es für das Verständnis erforderlich ist. Dadurch wird das Buch ganz besonders für denjenigen Leser geeignet sein, der sich neu in dieses Gebiet der Detonationen einarbeiten will. Leider ist weder ein Sach- noch ein Autorenverzeichnis vorhanden.

H. G. WAGNER (Göttingen)

**Zimmermann, Walter: Die Phylogenie der Pflanzen.** 2. Aufl. Stuttgart: G. Fischer 1959. XXIV, 777 S. u. 331 Abb. Geb. DM 118.—.

Die 1. Auflage dieses Buches ist vor fast 30 Jahren erschienen. Sie umfaßte 453 Seiten und 250 Figuren. Die nun

vorliegende ist also um mehr als die Hälfte der Seiten und Abbildungen erweitert, der Text großteils neu geschrieben worden.

Das Buch beginnt mit einer historischen Einleitung und der Darlegung der Aufgaben und Methoden, es endet mit der Florengeschichte als II. Teil und einem „Schlußwort", in dem die allgemeinsten Fragen und phylogenetischen Gesetzmäßigkeiten, aber auch die genetischen Vorgänge als Ursachenzusammenhänge auf 15 Seiten erörtert werden. Dazwischen liegt dann der I. Teil (586 Seiten), der den tatsächlichen Ablauf der Phylogenie, soweit sie sich aus der vergleichenden Morphologie der heutigen Formen und den Fossilfunden erschließen läßt, zum Gegenstand hat — von der Urzeugung und den Viren bis zu den letzten Ordnungen der Angiospermen. Dabei spielen die wichtigste Rolle die ständige Beachtung der „Hologenie" (die Verknüpfung der Ontogenie mit der Phylogenie), die den Blick auf die genetischen und entwicklungsphysiologischen Vorgänge richten hilft; weiter die Grundgedanken und Begriffe der „Telom-Theorie", wie sie der Verf. benannt und ausgebaut hat, d.h. die Rückführbarkeit der Achsen, Blätter und Wurzeln der Kormophyten, zu denen wie bei R. v. Wettstein auch schon die Moose gezählt werden, auf die Verkettung von Telomen. Das sind die Triebe oder Glieder mit zentralem Gefäßbündel mit ursprünglich gabeliger Verzweigung und mit endständigen Sporangien, wie sie die ältesten Landpflanzen besessen haben; aus ihnen konnte durch relativ wenige „Elementarprozesse", wie Verwachsung, Abflachung, Übergipfelung bei zunächst dichotomer Verzweigung, Einkrümmung usw. die ganze heutige Mannigfaltigkeit entstehen. Diese „Schilderung", der Hauptteil des Buches also, wird weiterhin bestimmt von der einschränkenden Überzeugung, daß man heute im wesentlichen nur eine „Merkmalsphylogenie" mit genügender Zuverlässigkeit betreiben könne, während die Abstammung der ganzen Sippen voneinander, die „Sippenphylogenie" also, noch viel zu hypothetisch bleibe. Diese Darlegungen können sich natürlich nur in beschränktem Maße auf Fossilfunde stützen. Ihre Darstellung hat auch mit der praktischen Schwierigkeit zu kämpfen, daß sie eigentlich die morphologisch-systematischen Kenntnisse, wie sie in den üblichen Lehrbüchern dargeboten werden, voraussetzen sollte, der Verf. dies dem Leser aber doch nicht ganz zumuten will, das Wichtigste davon also doch in sehr knapper Weise wiederholt, was die Flüssigkeit des Textes natürlich etwas beeinträchtigt. Das insgesamt bearbeitete Material ist eben sehr umfangreich, und das Buch wird für lange Zeit das wichtigste Nachschlagewerk auf dem Gebiet der Pflanzenphylogenie bleiben. Über manche vorgetragene Ansicht wird man verschiedener Meinung sein können, hie und da auch ein Versehen finden. Darauf kann hier nicht eingegangen werden. In der Benennung neigt der Verf. zu einer konservativen Behandlung. Das lange Literaturverzeichnis möchte der Referent eher noch um die eine oder andere Arbeit vermehren, so z.B. von einem so stark phylogenetisch denkenden und produktiven Autor wie A. Pascher nicht nur eine einzige Arbeit (den Heteroconten-Band) genannt sehen. Die Ausstattung seitens des Verlages ist vorzüglich.

F. Firbas (Göttingen)

**Thenius, E., und H. Hofer: Stammesgeschichte der Säugetiere.** Eine Übersicht über Tatsachen und Probleme der Evolution der Säugetiere. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1960, VI, 322 S. u. 53 Abb. Gr.-8°. Gzl. DM 79.—.

Durch zahlreiche neue Fossilfunde ist unsere Kenntnis der Stammesgeschichte der Säuger in den letzten Jahrzehnten derart angewachsen, daß es dem Nichtspezialisten immer schwerer wurde, sich ein zutreffendes Bild von diesem wichtigen Zweige der Biologie zu machen. Deshalb wird die vorliegende Darstellung, die der glücklichen Symbiose eines Paläontologen und eines vergleichenden Anatomen zu danken ist, allgemein begrüßt werden. Sie bringt eine gedrängte, aber sehr vollständige Übersicht unseres heutigen Wissens über die phylogenetischen Zusammenhänge aller wichtigeren Säugetiergattungen, wobei bewußt auf deren detaillierte Beschreibung verzichtet wird. Statt dessen werden jeweils die verwandtschaftlichen Zusammenhänge kritisch besprochen. Für alle Ordnungen sind dabei von Thenius sehr übersichtliche Stammbaumskizzen geschaffen worden, die mit den Einzeichnungen von rezenten und von rekonstruierten fossilen Typen besonders anschaulich und damit für den Unterricht geeignet sind. Zugleich lehren diese Darstellungen eindringlicher als Worte, wo die stammesgeschichtlichen Beziehungen gesichert und wo sie noch hypothetisch sind (gestrichelte Verbindungslinien). Das letztere trifft natürlich besonders für das älteste Tertiär zu, in dem fast alle Ordnungen eine besonders intensive Formenradiation durchmachten.

Den stärker an den allgemeinen Problemen interessierten Zoologen werden vor allem die einleitenden Kapitel über Chronologie, Paläogeographie der Kontinente, Probleme des Aussterbens, Gebißmorphologie, Paläoneurologie und über den Ursprung der Säugetiere fesseln. Die Verff. schließen sich der Ansicht G.G. Simpsons an, daß die Säuger polyphyletisch aus vier verschiedenen Stammesreihen der Reptilien unabhängig voneinander entstanden sind als Symmetrodonten, Triconodonten, Docodonten und Multituberculaten. Während die drei ersteren Gruppen in der Kreide bzw. im ältesten Tertiär (Multituberculaten) ausstarben, führten die Symmetrodonten über die Pantotheria zu den heutigen Säugetierordnungen. Die Monotremata sind nicht, wie vielfach angenommen wurde, direkt von den Multituberculaten abzuleiten. (Diese parallele Entwicklung von Säugetiermerkmalen bei verschiedenen Reptilien-Stammesreihen, die auch die „Zeitsignaturen" E. Dacqués in neuem Lichte erscheinen lassen, sind nach Ansicht des Ref. ein beachtenswerter Hinweis auf die Gesetzlichkeit der Höherentwicklung, so wie dies auch für andere polyphyletisch entstandene Gruppen gilt: vgl. B. Rensch in S. Tax „Evolution after Darwin" vol. 1, 95—116, Chicago 1960; ferner in Philosophia naturalis, Bd. 6, H. 3, 1961).

Im Rahmen der speziellen Darstellung der einzelnen Ordnungen verdient die Besprechung der Primaten besondere Beachtung. Es wird deutlich, daß die Aufspaltung der Überfamilie der Hominoidea (in der Menschen und Menschenaffen zusammengefaßt werden) offenbar schon im Oligozän erfolgte. Den neuerdings viel diskutierten *Oreopithecus* sehen die Verff. wohl mit Recht als Angehörigen einer besonderen Familie neben den Hominiden und Pongiden an.

Das mit einem umfangreichen Literaturverzeichnis versehene Werk, das zu allen Problemen der Säugetierevolution kritisch Stellung nimmt, wird Studenten wie Fachbiologen in gleicher Weise von Nutzen sein.

B. Rensch (Münster/Westf.)

**Handbuch der Histologie.** Bd. VII: Enzyme. 1. Teil. Hrsg. von W. Graumann und K. Neumann. Stuttgart: Gustav Fischer 1960. VII, 229 S. u. 8 Abb. Gr.-8°. Geb. DM 65,—.

Die histochemischen Methoden zum Nachweis von Enzymaktivitäten im Schnitt sind von H.W. Deane (New York), R.J. Barrnett (New Haven) und A.M. Seligman (Baltimore) in dem von Graumann und Neumann redigierten Handbuch der Histochemie bearbeitet worden. Der Versuch des Histologen, Enzymaktivitäten in situ nachweisen zu wollen, erschien dem Biochemiker anfangs fast aussichtslos. Mußte doch schon durch die Fixierung die Eiweißkomponente dieser hochempfindlichen Substanzen verändert werden. Indessen kündigte sich ein erster Fortschritt der Histochemie auch auf diesem Gebiet mit dem Erscheinen der Histochimie animale Lisons im Jahre 1936 an. In den folgenden Jahren kam es mit Einführung einiger recht ergiebiger Methoden — den Auftakt bildete der Nachweis der Aktivität alkalischer Phosphatase durch Takamatsu und Gomori gleichzeitig (1939) — zu einer raschen Entwicklung dieses Sondergebietes der Histochemie. Nach 20 Jahren liegt so viel Einzelmaterial vor, daß bereits eine handbuchmäßige Zusammenfassung notwendig ist. Sie ist in dem vorliegenden Band ausgezeichnet gelungen. Das Werk ist in fünf große Kapitel gegliedert: I. Allgemeines über die Eigenschaft von Enzymen; II. Bedingungen für den Enzymnachweis in situ; III. Oxydoreduktasen; IV. Hydrolasen; V. Transferasen und Lyasen-Syntheasen. Die weitere Aufschlüsselung dieser Kapitel ist so geschickt vorgenommen, daß es dem Benutzer des Handbuchs sehr bequem gemacht ist, rasch eine Übersicht über die gewünschten Methoden zu erhalten. Die Darstellung ist sehr kritisch, was gerade gegenüber den von biochemischer Seite öfters geäußerten Einwänden gegen histochemische Fermentuntersuchungen besonders wertvoll erscheint. Dem Buch ist ein ausgiebiges Literaturverzeichnis (30 Seiten) beigegeben. Der Artikel ist übrigens in einer deutschen und einer englischen Ausgabe erschienen. Seine Benutzung kann allen auf diesem Gebiet Arbeitenden uneingeschränkt empfohlen werden.

R. Bachmann (München)

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3. — Springer-Verlag OHG, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

*Soeben erschien:*

# Integraltafeln zur Quantenchemie

Von Dr. H. PREUSS,
Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik
München

Dritter Band

VIII, 563 Seiten 4°. 1961. Ganzleinen DM 144,—

INHALTSÜBERSICHT

Die Berechnung von Wechselwirkungsintegralen: Einführung. Zweielektronenintegrale. Die $H_\tau^\nu$- und $G_\tau^\nu$-Funktionen. Übersicht über die bisher tabellierten Funktionen und Integrale einschließlich der im Teil 3 angegebenen. Literaturverzeichnis · Einige Interpolationsformeln: Einleitung. Die 9-Punkte-Interpolation. Interpolation mit 5 oder 6 Punkten. Einfache 4-Punkte-Interpolation · Einteilung der tabellierten Funktionen und Integrale: Die Basisfunktionen $H_\tau^\nu(m, \alpha; n, \beta)$. $G_\tau^\nu(m, \alpha)$-Integrale · Erläuterungen.

AUS DEM VORWORT

Da der IV. Band schon früher abgeschlossen werden konnte, erscheint somit der hier vorliegende III. Band als letzter der vier Bände „Integraltafeln zur Quantenchemie". Er enthält die wichtigsten Hilfsfunktionen tabelliert, die zur Berechnung von Zweizentren-Zweielektronen-Integralen notwendig sind. Da in den letzten Jahren dieselben Integrale auch von KOTANI und seinen Mitarbeitern in Japan sowie von MILLER, GERHAUSER und MATSEN (USA) tabelliert worden sind und sich die berechneten Bereiche fast nie überlappen, liegt jetzt in der Quantenchemie eine numerische Basis vor, die als eine gute Grundlage für bestimmte Rechnungen und Diskussionen angesehen werden kann. Inzwischen haben darüber hinaus SAHNI und COOLEY sowie weitere Autoren umfangreiche Tabellen angekündigt, die größtenteils schon vor der Vollendung stehen.

Man darf heute sagen, daß diese Form der quantenchemischen Forschung, die zu ihren Untersuchungen ein großes Integraltabellenmaterial benötigt, durch diese Arbeiten einen großen Auftrieb erhalten wird und daß dadurch ganz besonders die Behandlung kleiner Moleküle erleichtert werden wird.

Ein Hinweis scheint aber im Anblick der immer umfangreicher werdenden Tabellenwerke nicht unnötig, daß es nämlich nicht das Ziel der quantenchemischen Forschung sein kann, die numerische Basis immer wieder zu erweitern, denn das wirkliche numerische Problem der Quantenchemie ist ein Dimensionsproblem, welches durch Tabellen nur gemildert, nie gelöst werden kann.

**SPRINGER-VERLAG**

**BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG**

**DIE GANZE WELT DER WISSENSCHAFT**

ist Thema des SCIENTIFIC AMERICAN

Das Inhaltsverzeichnis einer der letzten Ausgaben vermittelt Ihnen einen Eindruck von der Tiefe und Reichweite dieser Zeitschrift:

**PRECISELY CONSTRUCTED POLYMERS** *by Giulio Natta*
**CLEANING SYMBIOSIS** *by Conrad Limbaugh*
**ASTROBLEMES** *by Robert S. Dietz*
**THE REPRODUCTION OF SOUND** *by Edward E. David, Jr.*
**HACILAR: A NEOLITIC VILLAGE SITE** *by James Mellaart*
**ENZYMES IN MEDICAL DIAGNOSIS** *by Felix Wroblewski*
**THE LIFE SPAN OF ANIMALS** *by Alex Comfort*
**LOW-ALTITUDE JET STREAMS** *by Morton L. Barad*

Wir stellen Ihnen SCIENTIFIC AMERICAN auf diese Art vor, weil wir glauben, daß Sie auf seinen Seiten vieles finden werden, was für Sie von Interesse und des Lesens wert ist.

Den wissenschaftlichen Kreisen der ganzen Welt ist SCIENTIFIC AMERICAN schon als die Monatsschrift bekannt, die sich mit allen Gebieten der Wissenschaft befaßt. Einmal im Jahr jedoch behandelt die September-Ausgabe ausschließlich ein Thema von außergewöhnlicher Bedeutung – in diesem Jahr „Die lebende Zelle als Ursprung allen Lebens".

Die Herausgeber des SCIENTIFIC AMERICAN sagten zum Thema dieser Ausgabe: „Dem Zellforscher öffnet sich ein vollkommen neues Gesichtsfeld. An die Stelle der klassischen Denkweise, die den Lebensprozeß auf physikalische und chemische Vorgänge zurückführt, tritt die Erkenntnis, daß Physik und Chemie für das Verständnis des Lebens von noch größerer Bedeutung und Wichtigkeit werden."

SCIENTIFIC AMERICAN ist das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern und Journalisten. Wissenschaftler schreiben die Beiträge und zeichnen verantwortlich für deren Inhalt; Journalisten geben die Zeitschrift heraus und sind verantwortlich für ihre Gestaltung. Die Artikel sind in allgemeinverständlichem, nichttechnischem Englisch abgefaßt und zeichnen sich durch klare Darstellung dessen, was zu sagen ist, und durch die Persönlichkeit ihrer Verfasser aus. Illustrationen in Strich-, Raster- und Farbwiedergaben veranschaulichen den Text und erfreuen das Auge.

Wenn Sie diese Zeitschrift regelmäßig zu lesen wünschen, so verlangen Sie bitte jetzt die September-Ausgabe bei Ihrem Zeitschriftenhändler.

SCIENTIFIC AMERICAN

in englischer Sprache DM 2,50

**Vertrieb in Europa durch THE ECONOMIST NEWSPAPER LTD**
**22 Ryder Street – London SW 1**

# Künstliche radioaktive Isotope
## in Physiologie, Diagnostik und Therapie

# Radioactive Isotopes
## in Physiology, Diagnostics and Therapy

Bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten

Herausgegeben von H. SCHWIEGK, München, und F. TURBA, Würzburg

Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 759 Abbildungen. LXVI, 2575 Seiten (davon 2027 Seiten in deutscher, 522 in englischer und 26 in französischer Sprache) Gr.-8°. 1961.

In zwei Bänden, die nur zusammen abgegeben werden, Ganzleinen DM 398,—

ZUR INFORMATION

Nachdem die erste Auflage des Werkes „Künstliche radioaktive Isotope in Physiologie, Diagnostik und Therapie" aus dem Jahre 1953 bald vergriffen war, erschien jetzt neu bearbeitet und beträchtlich erweitert die zweite Auflage, die von H. SCHWIEGK, München, und F. TURBA, Würzburg, herausgegeben wurde. Es ist die Aufgabe dieses Buches, alles Wichtige zusammenzufassen, was in Physiologie, Biochemie, Pharmakologie, Mikrobiologie, Genetik, Diagnostik und Therapie mit Hilfe radioaktiver Isotopen erarbeitet worden ist. Für viele Beiträge konnten die besten Kenner ihres Gebietes gewonnen werden, so daß eine Zusammenarbeit von amerikanischen, englischen, französischen, schwedischen, schweizer und deutschen Forschern entstanden ist. Im ersten Teil wurde wie in der ersten Auflage das Methodische behandelt, also physikalische Grundlagen, Meßgeräte, Meßmethoden im allgemeinen und für alle wichtigen Isotopen im besonderen, wobei auch das Tritium und die stabilen Isotope sowie die Autoradiographie berücksichtigt werden. Als Vorbereitung für die Therapie werden die allgemeinen biologischen Strahlenwirkungen, die Strahlenbelastung, der Strahlenschutz und die medikamentöse Beeinflussung der Strahlenschädigungen abgehandelt. Neu hinzugekommen ist ein Beitrag über die Einrichtung von Isotopenlaboratorien. Den breitesten Raum nimmt die Darstellung der Indicatoruntersuchungen für alle Fragen ein, die in irgendeiner Weise mit der Biologie und Medizin zusammenhängen. Das Inhaltsverzeichnis zeigt den weiten Rahmen der Abhandlungen. Es folgen klinisch-diagnostische Untersuchungen auf dem Gebiet des Kreislaufs, der Tumor-, Schilddrüsen- und Blutdiagnostik. Der dritte Teil ist der Therapie mit radioaktiven Isotopen gewidmet, also der lokalisierten und internen Applikation und im besonderen der Therapie der Blut- und Schilddrüsenerkrankungen sowie der Ausschaltung der Hypophyse. Es kann wohl erwartet werden, daß jeder, der auf dem Gebiet der Medizin und Biologie mit radioaktiven Isotopen arbeiten will, hier die Anleitung und Information findet, die er benötigt.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG